Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas

Sergio F. Martínez y Xiang Huang

BONILLA ARTIGAS EDITORES

2 filosófica

Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas

filosófica

Con Filosófica abrimos un canal de difusión para las investigaciones que se elaboran al interior de universidades e instituciones públicas, partiendo de la convicción de que dicho quehacer intelectual sólo está completo y tiene razón de ser cuando sus resultados se comparten con la comunidad.

Esta colección ofrece al lector de habla hispana trabajos originales de investigadores y académicos contemporáneos –así como textos de autores clásicos– cuyas reflexiones buscan dilucidar aquellos temas que conforman los mundos del pensamiento filosófico.

Sergio F. Martínez
y Xiang Huang

Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas

BONILLA
ARTIGAS
EDITORES

Q175
M3h
2015

Martínez Muñoz, Sergio Fernando

Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas / Sergio F. Martínez Muñoz, Xiang Huang.
México: Bonilla Artigas Editores / Instituto de Investigaciones Filosóficas - UNAM, 2015.
216 p. ; 15 x 23 cm.

(Colección Filosófica ; No. 2)
ISBN 978-607-8450-06-0 (Bonilla Artigas Editores)

Ciencia – Filosofía – Historia
Teoría del conocimiento

Huang, Xiang, coaut.

Los derechos exclusivos de la edición quedan reservados para todos los países de habla hispana. Prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio conocido o por conocerse, sin el consentimiento por escrito de los legítimos titulares de los derechos.

Primera edición, 2015

D.R. © 2015, Sergio F. Martínez y Xiang Huang.

© Bonilla Artigas Editores, S.A. de C.V., 2015
Cerro Tres Marías #354
Col. Campestre Churubusco, C.P. 04200
México, D.F.
editorial@libreriabonilla.com.mx
www.libreriabonilla.com.mx

© Instituto de Investigaciones Filosóficas
Circuito Maestro Mario de la Cueva s/n,
Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán
México, D.F.

ISBN: 978-607-8450-06-0

Cuidado de la edición: Marisol Pons
Diseño editorial y de portada: Teresita Rodríguez Love
Ilustración de portada: Nicolás Mutchinick

Impreso y hecho en México

Contenido

Prefacio 11

Introducción 15

1. Dos versiones de la historiografía de la ciencia

1. La historiografía de la visión estándar 23
2. Joseph Needham, biólogo e historiador 30
3. La ciencia china antigua y medieval comparada 32
4. Hacia una filosofía de las prácticas científicas 41

2. La relevancia de las prácticas en la filosofía de la ciencia: algo de historia

1. El argumento de la irrelevancia de las prácticas (AIP) en filosofía de la ciencia y la objeción de Neurath 43
2. El argumento de la irrelevancia de las prácticas (AIP) en la filosofía de la ciencia 45
3. La objeción de Fleck 50
4. La objeción de Polanyi al AIP 54
5. La relevancia de la historia para una evaluación del AIP 58

3. El problema del relativismo extremo en el contexto de una filosofía de las prácticas

1. Las reflexiones dentro de la filosofía de la ciencia 62
2. El relativismo epistémico extremo en la sociología de la ciencia 64
3. Un ejemplo: el caso de la teoría de la red de actantes 68
4. Las prácticas tomadas en serio 73

4. La racionalidad científica corporeizada en la estructura de las prácticas

1. La crisis de racionalidad en la filosofía de la ciencia 80
2. Hacia un replanteamiento del problema de la racionalidad 84
3. Las técnicas de secuenciación en la conformación de agendas de investigación en la biología evolucionista 90
4. Normas y estándares implícitos en las prácticas 91

5. La racionalidad como razonamiento organizado

1. Heurística *versus* algoritmo 99
2. Heurística en las matemáticas 103
3. El principio de la mínima acción en la física: un ejemplo de la racionalidad basada en heurísticas reducibles a algoritmos 108
4. El problema de la medición en la mecánica cuántica y el papel de estructuras heurísticas 112
5. La estructura heurística de la racionalidad 117

6. Explicación, reduccionismo y mecanismo

1. La explicación hempeliana y sus problemas 126
2. Causas y mecanismos 133

3. El problema del reduccionismo 136
4. ¿Qué es un mecanismo? 139
5. Reduccionismo y unidad en la ciencia 141

7. Los senderos de la abstracción y la geografía normativa de las prácticas

1. La discusión clásica sobre la abstracción en Mill y Whewell 152
2. Las teorías de la abstracción de Radder y de Cartwright 158
3. La controversia entre Radder y Cartwright como una controversia respecto de los contextos epistémicamente relevantes de la abstracción 162
4. Hacia una actitud pluralista sustentada en las ciencias cognitivas 170

8. Prácticas, estilos y paradigmas

1. De paradigmas y estilos de pensamiento 179
2. De estilos de pensamiento a estilos cognitivos 183
3. De paradigmas a estilos cognitivos 187
4. Conclusión 192

Bibliografía 197

Prefacio

Este libro surge de una colaboración entre los autores que viene de muchos años atrás. A ambos nos interesa la relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y hemos escrito desde diferentes perspectivas sobre la importancia de esa relación para la filosofía de la ciencia. Ambos hemos publicado varios trabajos en los que se promueve el enfoque del que trata este libro y, en particular, la importancia de tomar en cuenta la dimensión cognitiva para explicar el pluralismo que vemos asociado a una filosofía (naturalizada) de la ciencia centrada en prácticas.

En un sentido amplio, el enfoque en cuestión consiste en explorar desde muy diversas perspectivas el valor cognitivo-epistémico de la dimensión práctica del conocimiento científico. Por supuesto, este compromiso nos obliga a pensar el conocimiento como algo más que meras creencias que satisfacen ciertos requisitos. El conocimiento científico debe entenderse enraizado en maneras de hacer cosas que constituyen patrones socialmente identificables. Dependiendo de cómo identifiquemos esos patrones, dependiendo del tipo de actividades hacia las que enfoquemos nuestra atención, podemos preferir hablar de prácticas, agendas, estilos o paradigmas. Cada uno de estos términos puede entenderse de maneras muy diferentes, pero dado que usualmente se utilizan para realzar la dimensión social de la ciencia y la importancia de esa dimensión social en una reflexión sobre el lugar de la ciencia en el futuro de nuestras sociedades, se está promoviendo el enfoque en el que este libro se inserta. Realzar la dimensión social de la ciencia es atender

a lo que las ciencias sociales pueden decirnos sobre lo que es la ciencia y, por lo tanto, nos invita a ver la filosofía de la ciencia como parte de un esfuerzo por entender el desarrollo de organizaciones especializadas en la producción de conocimiento.

Quizá el contraste con maneras tradicionalmente influyentes de hacer filosofía de la ciencia ayude a entender mejor el enfoque del que partimos. Hoy en día, pero a través de una tradición que se remonta al siglo XIX, los filósofos de la ciencia mecanicistas sostienen variantes de la idea de que lo que distingue a la ciencia es que construye el conocimiento a partir de explicaciones mecanicistas. Un tema central entonces es caracterizar la noción de mecanismo que sustenta las explicaciones en cuestión. Es indudable que este tipo de filosofía de la ciencia ha sido muy productivo y lo seguirá siendo; no pensamos que sea una pérdida de tiempo o que deba dejar de hacerse. Nuestro punto, sin embargo, es que no debemos caer en la tentación de pensar que el conocimiento científico tiene que producirse o reconstruirse como si estuviera producido por mecanismos. En la medida en que el conocimiento científico se desarrolla, reproduce y diversifica en nichos complejos que involucran organizaciones, tecnologías, habilidades colectivas, así como la producción de explicaciones, hay muchos aspectos epistémica y metodológicamente importantes en el quehacer científico que no se capturan a través del conocimiento que puede modelarse por explicaciones mecanicistas.

Esto nos lleva a comprometernos con la tesis de que la filosofía de la ciencia tiene que estrechar sus relaciones con las ciencias sociales; y cualquier promesa de caracterizar su naturaleza independientemente de las ciencias sociales vuelve esa promesa vacía. Por supuesto, esto no quiere decir que la filosofía de la ciencia se reduzca a la sociología, así como el hecho de que las explicaciones mecanicistas sean cruciales en muchas ciencias, y tal vez definitorias de las ciencias físicas, no implica que podamos reducir la filosofía de la ciencia a un estudio de mecanismos. Hay una amplia zona para la reflexión filosófica entre los extremos del sociologismo y el mecanicismo.

Otra analogía con lo que está sucediendo actualmente en filosofía de la mente y filosofía de la acción puede ayudarnos a

entender la idea de fondo. La filosofía de la mente y la filosofía de la acción han estado durante mucho tiempo ancladas en un supuesto sobre lo que son las acciones. Según ese supuesto hay una conexión constitutiva entre acciones y estados intencionales. Pero como muchos filósofos contemporáneos han hecho ver, este supuesto, si bien permite una manera elegante de dividir tareas y desarrollar programas autónomos (de las ciencias sociales), tiene que confrontar el hecho obvio de que la mayoría de lo que hacemos no cuenta como acción (véase Rowlands, 2006; Hutto y Myin, 2013). Podemos llamar a esa zona gris de lo que hacemos, que no son acciones en el sentido estricto, actividades. Para que se aprecie lo amplio y lo importante de todas estas actividades no está de más recordarle al lector que básicamente todo nuestro despliegue de pericias, de nuestras habilidades específicas aprendidas, que nos distinguen y nos sitúan socialmente como poseedores de conocimiento experto sobre la cocina, la biología molecular o el jardín, son parte de ese tipo de actividades o lo incluyen.

Hay varios programas de investigación interesados en desarrollar, desde la perspectiva tradicional, modelos cognitivos de toda esa área gris de haceres que no son intencionales (y que por lo tanto no requieren la existencia de actitudes proposicionales) pero que son cruciales para entender la cognición y la manera como el conocimiento se articula socialmente en prácticas. De manera paralela y análoga, hay varias propuestas contemporáneas que buscan desarrollar filosofías de la ciencia centradas en prácticas.

Este libro presenta una propuesta de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas. Lo distintivo de nuestra propuesta, a diferencia de otras en la filosofía de la ciencia (véase Rouse, 2002), tiene que ver con la importancia que le damos a los patrones historiográficos en el estudio de la normatividad y a la exploración de las implicaciones de los avances en las ciencias cognitivas para una filosofía de las prácticas. Por ejemplo, vamos a estar interesados en mostrar la importancia del razonamiento heurístico en la articulación de estilos de razonamiento, que a su vez inciden en la manera en la que pueden y deben plantearse cuestiones como el reduccionismo. También nos interesa mostrar cómo la construcción misma de conceptos científicos con ca-

pacidad de generalización tiene lugar a través del desarrollo de prácticas de razonamiento que se valen de recursos cognitivos distintivos de nuestra cognición socialmente distribuida.

Empezamos el libro con una presentación de la discusión sobre la naturaleza de la ciencia que tuvo lugar hace cerca de un siglo. Esta discusión muestra claramente cómo algunas visiones eurocentristas de la ciencia van de la mano con ciertas maneras de articular los criterios de lo que constituye un avance científico, que pueden caracterizarse como independientes del contexto y que, por lo tanto, limitan de manera importante las implicaciones de diferentes tipos de pluralismo metodológico para la epistemología. Estas maneras de entender el avance científico encajan muy bien con una visión de la ciencia que la considera constituida por teorías que pueden agregarse e integrarse en un todo homogéneo, susceptible de entenderse como un cuerpo de conocimiento sujeto a criterios lineales respecto de qué constituye un avance y qué no. Centrarnos en prácticas hace cuestionable este tipo de punto de partida (o de llegada) filosófico.

La introducción y los primeros tres capítulos de este libro recogen material de la introducción de Martínez, Huang y Guillaumin, 2011, así como de nuestras contribuciones a esa antología. El capítulo 7 utiliza material de Martínez y Huang, 2011; el capítulo 6 usa material de Martínez, 2011; el 8, material de Martínez, 2013. La investigación para este libro ha tenido apoyo de varios proyectos de investigación. Agradecemos el brindado por el Conacyt (México) a través de los proyectos 41196H ("Filosofía de las prácticas científicas"), 133345 ("Abstracción, razonamiento y cognición"), y por el Fondo Nacional de las Ciencias Sociales de China, por medio de los proyectos 11BZX022 ("Filosofía de la ciencia centrada en prácticas") y 13&ZD068 ("Filosofía de las prácticas científicas y conocimientos locales"). Agradecemos a Ana Laura Fonseca y a Luis Enrique Segoviano una lectura de todo el manuscrito y sus observaciones; a Natalia Carrillo su lectura y comentarios a algunos de los capítulos del libro y a Isis Espinoza por su ayuda con la revisión del manuscrito.

Introducción

Wilfrid Sellars decía que la tarea filosófica se distinguía de otro tipo de tareas por estar siempre atenta al todo. Para entender lo que Sellars quizo decir con esta frase es necesario recordar que el tema central de la filosofía de Sellars es la reconciliación de dos maneras de describir el mundo que desde el inicio de la filosofía occidental se han visto en tensión. Por un lado, una visión del mundo desde nuestra experiencia de todos los días, el tipo de experiencia del mundo que formulamos a través del lenguaje ordinario, y, por otro, una visión científica del mundo. La famosa mesa de Eddington es un ejemplo muy conocido de esa tensión. Uno puede describir una mesa como un objeto duro, durable, rígido, etcétera, pero también como una nube de electrones.

Es decir, se apunta a una tensión entre dos maneras de caracterizar la ontología del mundo: una que va de acuerdo con nuestra experiencia ordinaria, la cual nos muestra que el mundo consta de las diferentes cosas que tendemos a nombrar con el lenguaje ordinario, y otra que sugiere que lo que existe es lo que se requiere que exista para que las leyes de la naturaleza que caracterizan nuestras teorías científicas más exitosas sean descripciones correctas (con capacidad de predicción y explicación) de lo que sucede. Una manera de reconciliar esta tensión es a través de una propuesta reduccionista que muestre cómo podemos hacer inteligibles los diferentes tipos de experiencia si aceptamos un fisicalismo reduccionista, según el cual la tensión desaparece porque en realidad sólo hay lo que la física fundamental nos dice que hay.

Las cosas se vuelven más complicadas si no somos fisicalistas-reduccionistas y no aceptamos que todo lo que existe, según la ciencia, sean nubes de electrones, o lo que la física fundamental nos diga que es el sustrato último. Porque si la ciencia describe el mundo en términos de diferentes ontologías, entonces la oposición con la experiencia ordinaria ya no es tan obvia. Si reconocemos que la ciencia considera existentes diferentes tipos de cosas; si reconocemos que, por ejemplo, habla no sólo de electrones sino de células o tipos diferentes de materiales, o colectivos, entonces la tensión entre esas dos maneras de describir el mundo desaparece, pero tenemos que confrontar el problema de qué consideraremos existente.

Una epistemología fundamentalista considera que el avance de la ciencia pasa por el reconocimiento de una ontología cada vez más austera. Desde esta perspectiva, el reconocimiento de que la ciencia habla de diferentes tipos de cosas es sólo un obstáculo para el entendimiento, producto de la imperfección del conocimiento actual sobre los distintos procesos. Éste es el tipo de epistemología de la ciencia predominante en el siglo xx; en particular, es el ideal del positivismo lógico y de la epistemología naturalizada de Quine: mientras menos mejor. El avance de la epistemología requiere explicar el carácter prescindible de las ontologías "locales" propias de las "ciencias especiales". Las moléculas de la química se explican en términos de los átomos de la física, y las células se entienden como compuestos de moléculas. De esta manera se establece una distinción epistémicamente central entre la ciencia fundamental (que usualmente se identifica con la física) y las otras disciplinas científicas.

Es indudable que el quehacer científico ha estado desde siempre ligado a la regimentación de la ontología. En los escritos hipocráticos ya se pone énfasis en la idea de que la ciencia se distingue de la charlatanería porque la ciencia reglamenta la ontología de acuerdo con métodos empíricos. Pero el fundamentalismo no es la única vía posible hacia ese objetivo. Lo que podemos llamar "poda epistémica" es otra vía, que consiste en buscar la reglamentación de la epistemología no bajo el lema de "mientras menos mejor" sino bajo el lema "poda de manera que avance el entendimiento". La poda

no se hace para dejar lo menos posible como sustrato del mundo, sino para ordenar lo que hay, de manera que se vea un orden que genere entendimiento. Así, la misma estructura de las explicaciones y las prácticas (que incluye métodos, normas respecto de lo que es posible o verosímil y valioso, técnicas de construcción de modelos) es lo que nos da la pauta para responder la pregunta sobre qué es lo que hay.

Esto requiere que el conocimiento no se entienda como un mero conjunto de teorías que son verdaderas o que se aproximan a la verdad, sino como un conjunto de métodos, maneras de interactuar y hacer cosas; de estudiar y plantear problemas y tomar decisiones respecto de qué técnicas, creencias o modelos podemos o debemos tomar como andamios para avanzar en nuestro entendimiento del mundo. Todo esto va de la mano con la construcción de prácticas e instituciones que conforman un entorno que permite la estabilización y la reproducción, a través de generaciones de agentes, de esos diferentes andamios que permiten avanzar en nuestro entendimiento.

Bruno Latour llama modernista a una visión dualista del mundo en la que se opone sujeto y objeto, naturaleza y sociedad, y muchas otras dualidades que son parte de cierta manera de entender que la objetividad de la ciencia está basada en la posibilidad de la certeza. En las últimas dos décadas, Latour ha escrito varios libros que buscan caracterizar de manera positiva la importancia de la ciencia como una empresa que cultiva el conocimiento objetivo, pero sin caer en las dualidades del modernismo. Esto lo lleva a sugerir que en realidad debemos reconocer la importancia de diferentes modos de existencia y de diferentes tipos de la objetividad.

La objetividad de la ciencia debe sustentarse en el reconocimiento de la pluralidad de modos de existencia y, por lo tanto, de formas de entender de manera realista nuestra relación con el mundo. Según Latour (2013), este reconocimiento va de la mano con la importancia que tiene la ciencia para ayudarnos a tomar decisiones racionalmente colectivas respecto de nuestra manera de interactuar con el mundo (con *Gaia* dice Latour). Los problemas del cambio climático, por ejemplo, son demasiado importantes como para dejar de tomar en serio la búsqueda de aliados con

el fin de llegar a la mejor decisión posible bajo condiciones de incertidumbre.

Tim Ingold ha escrito también varios libros que cuestionan la visión modernista de la ciencia; sin embargo, se centra en cuestionar una visión de la ciencia (que considera típicamente modernista) que tiene como objetivo alcanzar el dominio de la naturaleza. Como Latour, Ingold cuestiona dualidades epistemológicas básicas (como sociedad-naturaleza y sujeto-objeto), y a partir de ese cuestionamiento propone una caracterización de la autoridad epistémica de la ciencia muy diferente de la tradicional. A diferencia de Latour, la propuesta de Ingold no busca caracterizar los diferentes modos de existencia que podemos rastrear en la historia del pensamiento que puedan luego servirnos de mapa ontológico para sustentar la autoridad de la ciencia y entender nuestro lugar en el mundo. En contraste, para Ingold, debemos empezar por cuestionar la dualidad fundamental que tradicionalmente sustenta una visión muy extendida del lugar de los seres humanos en el mundo: la dualidad entre organismo y persona. Los seres humanos, nos dice, son personas y organismos, o más bien personas-organismos que habitan el mundo. Para Ingold, de manera más categórica que para Latour, no hay distinción entre relaciones sociales y relaciones con la naturaleza. Las relaciones sociales son para Ingold simplemente un subconjunto de las relaciones ecológicas (Ingold, 2000: 5). Su ontología es de organismos-personas que habitan un mundo de relaciones. De esa manera, la antropología y la biología son parte de una misma empresa. Un organismo-persona no debe verse como un ente discreto en relación con un mundo pasivo o meramente reactivo. La vida no es un mero programa, sino un despliegue creativo de un campo de relaciones que nos sitúa necesariamente en un entorno. Ingold formula esta idea de manera sucinta diciendo que no debemos pensar simplemente en ocupar el mundo, sino en habitarlo.

Estos dos antropólogos-filósofos concuerdan en rechazar una visión dualista del conocimiento científico y concuerdan en reconocer que ese rechazo del dualismo nos lleva a una visión "ecológica" del conocimiento científico que nos obliga a tomar-

nos en serio la idea de que la historia y la filosofía de la ciencia deben entenderse como parte de un replanteamiento de las ciencias sociales que toma muy en serio la estructura de las prácticas sociales. Podemos ver algunas propuestas críticas del dualismo tradicional, como las anteriores, como un buen punto de partida para el desarrollo del marco para la filosofía de la ciencia que presentamos a continuación. No vamos a defender ni a desarrollar ninguna de las tesis específicas de Latour ni de Ingold, pero sí compartimos como punto de partida la idea de que las dualidades tradicionales que han sustentado el discurso filosófico sobre la ciencia hasta muy recientemente están sujetas a las críticas que ellos hacen y que la mejor manera de tomarse en serio esas críticas es desarrollar una filosofía de la ciencia centrada en prácticas.

Una filosofía de la ciencia centrada en prácticas reconoce de inicio un pluralismo ontológico y explicativo como parte integral del quehacer científico. Si bien hay una tensión entre diferentes maneras de describir el mundo, no es sostenible la idea de que hay una tensión entre *dos* maneras de describir el mundo: la científica y la no científica. Como veremos a lo largo del libro, hay muy buenas razones para pensar que el quehacer científico es parte de un abigarrado complejo de prácticas a través de las cuales se articula nuestra experiencia en diferentes tipos y organizaciones de normas y conceptos que muchas veces entran en tensión. Sin embargo, esas tensiones entre maneras de conceptualizar el mundo no deben verse como obstáculos para el avance de nuestro entendimiento (y conocimiento) sino como andamios que se requieren para ese avance.

Nuestro objetivo central es argumentar que esta manera de ver la filosofía de la ciencia puede ayudarnos a replantear importantes problemas filosóficos desde perspectivas novedosas y productivas. Debe quedar claro desde el inicio que la idea no es sugerir que no hay problemas filosóficos importantes que tienen que ver con la estructura de teorías específicas o con el conocimiento teórico en general, ni tampoco queremos sugerir que todos los problemas filosóficos deban verse desde la perspectiva que aquí promovemos. Simplemente, nuestra propuesta es que un enfoque centrado en prácticas puede ayudarnos a replantear una serie de problemas

filosóficos importantes que reorientan la filosofía de la ciencia en una dirección que, como Latour e Ingold –entre otros muchos filósofos sociales de la ciencia– promueven, se aleja de una visión dualista del conocimiento científico. Ésa es razón suficiente para continuar avanzando en este tipo de estudios.

En el primer capítulo señalamos cómo desde los inicios de la historiografía de la ciencia se da una tensión entre dos maneras de ver la ciencia: una centrada en teorías y otra centrada en prácticas. En el capítulo 2 presentamos una historia de la discusión sobre la tensión entre estos dos enfoques en la filosofía de la ciencia del siglo XX. Identificamos lo que denominamos un "argumento de la irrelevancia de las prácticas" (AIP), que (las más de las veces implícitamente asumido) ha sido tomado por muchos filósofos como razón para adoptar el enfoque centrado en teorías. A continuación, hacemos ver una serie de intentos pioneros de cuestionar y ofrecer una alternativa al AIP. En el capítulo 3 examinamos algunas teorías del constructivismo social y señalamos que si bien éstas nos han ayudado a entender mejor las normas sociales de las investigaciones científicas, corren el riesgo de conducirnos a un relativismo radical en el que se menosprecia la dimensión normativo-epistémica. En el capítulo 4 hacemos un examen de dos visiones tradicionales de la racionalidad, la historicista y la pragmatista, que nos ayuda a argumentar, por un lado, que el rechazo del AIP no implica el rechazo de la dimensión epistémica como lo suponen muchos historicistas y constructivistas sociales y, por otro, que es posible elaborar una teoría de la racionalidad científica alternativa a la historicista y a la pragmatista; una alternativa que tome las normas implícitas en las prácticas como recursos constructivos que conformen el horizonte de lo racional. En el capítulo 5 presentamos el concepto de estructura heurística, que es el concepto nuclear de las prácticas en el sentido que nos interesa promover en este libro, y abordamos algunas propuestas alternativas para la caracterización de prácticas. En los capítulos 6, 7 y 8 vemos cómo el enfoque centrado en prácticas nos permite replantear una serie de problemas clásicos de la filosofía de la ciencia. En el capítulo 6, en particular, presentamos cómo pueden replantearse el tema de explicación y el reduccionismo dentro del

marco de nuestra propuesta. En el 7 estudiamos la naturaleza de las abstracciones científicas y señalamos que existen diferentes criterios de corrección de abstracción en diferentes tipos de prácticas que corresponden a diferentes estructuras cognitivas, y que, por tanto, el entendimiento de las discusiones contemporáneas sobre la abstracción científica nos exige tomar en cuenta la dimensión cognitiva. Finalmente, en el capítulo 8, hacemos ver cómo la noción del estilo de investigación planteada por Ian Hacking puede elaborarse en el contexto de una filosofía de las prácticas científicas, lo que nos permite entender de manera diferente la noción de paradigma de Kuhn y otras maneras de entender la relación entre la historia y la filosofía de la ciencia, que desempeñan un papel importante en el desarrollo de la llamada "nueva filosofía de la ciencia", a partir de mediados del siglo XX.

Una filosofía de la ciencia centrada en prácticas debe verse como un punto de partida para diferentes proyectos filosóficos, no como un punto de llegada. Lo que desde la perspectiva de una ciencia homogénea podríamos ver como inhabilidad de capturar la línea temática que la filosofía busca atrapar, lo consideramos una consecuencia metodológica de nuestro supuesto acerca de la heterogeneidad de la ciencia.

Nuestra intención es hacer ver cómo problemas centrales en la filosofía de la ciencia pueden y deben replantearse, una vez que tomamos en serio el papel que desempeña la organización de las prácticas científicas en la dinámica de las agendas científicas y en particular en el desarrollo de métodos y planteamientos de interés epistemológico. Por supuesto que esto no quiere decir que una filosofía de la ciencia sobre teorías o estructura de teorías no sea interesante o deba dejar de hacerse.

Como hacemos ver en el capítulo 1, hay implicaciones muy importantes para nuestra manera de entender la ciencia que provienen de un estudio comparado de tradiciones científicas. Si, por ejemplo, seguimos a Needham en ver a la ciencia china en sus propios términos y no como dependiente del desarrollo de la ciencia occidental, llegamos a interesantes consecuencias respecto de temas centrales en filosofía de la ciencia, como la cuestión del progreso o la relación entre ciencia y tecnología (véanse los capítulos 6 y 8).

En una compilación reciente (Machamer y Silberstein, 2002), se pretende dar un panorama del tipo de propuestas que distinguen a la filosofía de la ciencia naturalista contemporánea. En esa compilación, por ejemplo, Carl Craver nos hace ver que en la filosofía de la ciencia contemporánea hay un interés creciente por entender la diversidad de patrones que exhiben las estructuras teóricas de la ciencia, y en particular los patrones no formales, como los patrones mecanicistas que están en el centro de atención de lo que se conoce como el nuevo mecanicismo, uno de cuyos principales exponentes es Craver. Estamos de acuerdo en que la filosofía de la ciencia contemporánea ve hacia el futuro a través del estudio de patrones no formales de estructuras; sólo añadiríamos que no debemos limitarnos a ver esos patrones no formales como patrones de estructuras teóricas. Los patrones no formales que están en el centro de interés de la filosofía de la ciencia no surgen sólo en el contexto de estructuras teóricas, sino en el contexto de prácticas y agendas de investigación. Si, como dice Craver, entender las teorías científicas es un prerrequisito para entender la ciencia, nosotros añadiríamos que hay que recordar que ese prerrequisito no es el único. Aunque tal vez la mejor manera de mostrar nuestra posición sea decir que la heterogeneidad de ese complejo de agendas de investigación, que es la ciencia, no permite identificar un prerrequisito tan claro y definido como el prerrequisito por el que aboga Craver. No toda la ciencia encaja en el molde mecanicista. Ni los problemas importantes se agotan desde la perspectiva de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas. La heterogeneidad de las agendas y las prácticas nos invita a reconocer un pluralismo irreducible en la filosofía de la ciencia sobre el que es necesario reflexionar.

1. Dos versiones de la historiografía de la ciencia

1. La historiografía de la visión estándar

Durante buena parte del siglo XX se fue consolidando una manera de ver filosóficamente la ciencia que se conoce como la visión estándar o tradicional. De acuerdo con esta visión, la ciencia es una actividad que genera conocimiento de hechos que se sistematizan en teorías. Si bien las teorías pueden ir cambiando, un rasgo crucial de esta manera tradicional de ver la ciencia es que se considera que tiene una estructura formal (lógica o matemática) que nos permite pensar en ella como una empresa unificada por un método epistémicamente privilegiado. El método es epistémicamente privilegiado en tanto que la evaluación de teorías que siguen ese método responde sistemáticamente a hechos en el mundo. Esta visión de la ciencia iba acompañada de una historiografía de la ciencia que fue importante en la conformación de la disciplina de la filosofía de la ciencia. La historiografía tradicional de la ciencia, en la primera mitad del siglo XX, tenía una marcada continuidad con la historiografía de la ciencia desarrollada durante el siglo XIX por autores como John Herschel (1792-1871). La idea central es que la ciencia es una empresa que es acumulativa en el sentido de que si bien las teorías pueden cambiar, el conocimiento fáctico al que se llega utilizando esas teorías es un conocimiento que llega para quedarse. Como lo plantea

John Stuart Mill (1806-1873), en 1831, en un escrito famoso: las teorías de la ciencia "están creciendo continuamente pero nunca cambian" (Mill, 1831: 228).

Esta visión acumulativa de la ciencia tiene cuestionamientos importantes en el mismo siglo XIX. William Whewell es uno de los críticos más importantes de esa concepción. Ya en la década de 1820, Whewell considera que esa visión positivista del progreso es inadecuada y sugiere que la superación de esa visión de la ciencia requiere incorporar en nuestra idea de progreso a un diseñador. Uno de los grandes debates del siglo XIX tiene que ver precisamente con la búsqueda de una noción robusta de progreso, una noción que no nos obligue a apelar a causas no naturales para dar cuenta de las explicaciones en la ciencia y el tipo de progreso que permite. La idea positivista de progreso sigue siendo predominante hasta bien entrado el siglo XIX (y entre muchos científicos y educadores hasta el presente). Lyon Playfair, en 1855, en su conferencia de inauguración como presidente de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, formula muy claramente esa idea positivista de progreso:

> [U]na verdad establecida en la ciencia es como la constitución de un átomo en la materia: algo que está tan fijo en el orden de las cosas que ha llegado a ser independiente de futuros peligros en la lucha por la existencia. La suma de todas esas verdades es el tesoro intelectual que desciende a través de cada generación en sucesión hereditaria (Playfair, 1855).

Esta visión de progreso científico extiende sin mucho argumento algo que parecía tener lugar en las ciencias físicas, a saber, que el avance de la ciencia consistía en la acumulación de generalizaciones que encajaban con el plan maestro, en última instancia explicable por las leyes de Newton. En esta visión era posible hablar de revoluciones, pero como en el caso de los seres humanos, las disciplinas experimentaban un paso a la madurez, una "revolución", solamente una vez en su historia. Una vez que pasaban este estadio crítico, las ciencias contribuían con conocimiento que nunca cambiaba.

En la segunda mitad del siglo XIX los cuestionamientos a esta visión del progreso científico arrecian. Se empieza a reconocer que, si bien no tenemos por qué estar de acuerdo con la solución al problema que plantea Whewell, su perspectiva apunta a un problema que tiene que tomarse en serio: el concepto positivista de ciencia y, en particular, como explicamos en seguida, la distinción entre ley teórica y ley experimental.

El cuestionamiento de las teorías corpularistas de la luz y la amplia aceptación que empiezan a tener las teorías ondulatorias de la luz a mediados del siglo XIX son temas particularmente importantes, porque cuestionan uno de los pilares de la tradición newtoniana, la cual era considerada la ciencia madura por antonomasia, pues ya había tenido su revolución. Así, la aceptación de la luz como un fenómeno ondulatorio obligó a malabarismos epistemológicos. Herschel, por ejemplo, recurre a una distinción entre leyes experimentales y leyes teóricas, esto es, entre leyes que podemos reconocer que "tienen una existencia real en la naturaleza" e hipótesis como la de Fresnel, que no apunta con certeza a una causa existente. Una ley experimental es una ley que puede formularse en un lenguaje que no requiere ningún término teórico. Pero esta distinción epistemológica cae en picada una vez que Helmholtz cuestiona la idea de que la geometría euclideana es una necesidad de la intuición. El desarrollo de las geometrías no euclideanas cuestiona la idea de que conceptos como el de espacio puedan considerarse limpios de carga teórica.

Esto lleva a buscar otras maneras de sustentar esta división entre leyes teóricas y experimentales. El positivismo lógico puede verse como una manera de retomar la idea de Herschel, utilizando la lógica en lugar de la física como punto de partida para distinguir entre los tipos de leyes que permiten mantener la visión positivista del progreso.

Este apretado resumen de una larga y complicada historia a través del siglo XIX tiene como objetivo hacer ver que hay cierta manera tradicional de entender la ciencia como un tipo de empresa epistemológica que los filósofos de la ciencia han vinculado con una peculiar idea de progreso y de explicación científica que

el siglo pasado terminó por cuestionarse como apropiada para entender el quehacer científico.

Esta visión positivista de la ciencia se examina desde una perspectiva diferente en varios trabajos históricos en la primera mitad del siglo xx. Los historiadores escriben historias de la ciencia que implícita o explícitamente dan respuesta a los problemas que planteaba esta visión positivista del progreso científico. Uno de los trabajos más influyentes de este tipo es el de George Sarton.

En la primera mitad del siglo xx (de 1927 a 1948), Sarton escribió una obra monumental en cinco tomos sobre la historia de la ciencia, titulada *Introduction to the History of Science* (Sarton, 1927-1948), considerada generalmente la iniciadora de la historia de la ciencia como disciplina independiente. En esta obra se enfatizaba una manera de entender la historia como una trayectoria de descubrimientos y personajes claves que permitían hacer un mapa de la ruta del progreso. El libro tenía una agenda filosófica oculta que puede formularse de la siguiente manera: los filósofos siguen discutiendo mucho sobre cómo caracterizar el progreso y las explicaciones científicas, pero un libro como éste muestra que el valor indiscutible de la ciencia no está en las sutilezas filosóficas respecto de cómo entender las leyes que sustentan las explicaciones que nos permiten el avance científico, sino en el avance del número de verdades establecidas que, como nos dice Playfair en la cita previa, constituyen un tesoro que no es posible cuestionar. Según Sarton, los historiadores tienen la tarea de evaluar los logros históricos para determinar si han contribuido al progreso científico, es decir, al desarrollo de la ciencia del pasado hacia la ciencia del presente. El criterio de comparación se basa en la metodología y la racionalidad presupuesta de la ciencia tal y como esa ciencia existe en el presente del historiador. Este presentismo no se considera preocupante porque se presupone que ese presente del historiador es un punto en la línea que a través del tiempo nos lleva de menos a más conocimiento. Hasta mediados del siglo xx el presentismo no se cuestionó, y en la medida que no se cuestiona, es posible desarrollar una historiografía y una filosofía de la ciencia que parta del supuesto de que la ciencia es una empresa distinguible por sus logros epistémicos y que esos logros pueden caracterizarse

como un aumento del conocimiento fáctico. Así, la historiografía de Sarton puede resumirse en tres puntos:

-Es progresista en tanto que considera que la ciencia progresa mediante una acumulación del conocimiento verdadero.
-Es presentista en tanto que evalúa los logros del pasado en relación con los criterios actuales de lo que es buena ciencia.
-Es internalista porque sostiene que los factores externos, sociales, psicológicos, sólo explican desviaciones de la racionalidad y no la racionalidad de la ciencia, que se establece únicamente por métodos objetivos que dependen de los dos puntos anteriores (véase Kragh, 1987: 18-19).

La evaluación de la obra de Sarton va a depender, por supuesto, de si estamos dispuestos a aceptar las premisas de las que parte. La historia de la ciencia a partir de los años sesenta del siglo xx cuestiona los tres puntos de apoyo de la historiografía de Sarton, y no es sorprendente que la historia escrita por este autor sea usualmente considerada un ejemplo paradigmático del tipo de historia de la ciencia que tenía que abandonarse.

Muchos historiadores y filósofos estarían de acuerdo con que esta manera de hacer historia de la ciencia no nos ayuda a entender lo que es realmente la ciencia. Pero dependiendo de nuestra perspectiva filosófica cabría un diagnóstico diferente. Para nuestros propósitos es importante distinguir en la historiografía y la filosofía de la ciencia contemporánea tres puntos de vista que son incompatibles con la historiografía de Sarton.

El primero cuestiona la idea de que la historia de la ciencia sólo ofrece informaciones descriptivas de acontecimientos históricos y no puede explicar la normatividad epistémica de la ciencia, que proviene de reglas metodológicas. La normatividad científica viene de las reglas metodológicas, cuya naturaleza se revela por la epistemología y no por la historia de la ciencia. En otras palabras, se considera que el origen de la normatividad de las reglas metodológicas viene de la estructura formal de los recursos explicativos de la ciencia, algo que no tiene nada que ver con factores psicológicos o sociales. Como observa Larry Laudan:

> Alrededor de la tercera década del siglo pasado […] los filósofos de la ciencia, fascinados por la atractiva promesa del positivismo lógico de dejar claro el sentido en el que la ciencia es investigación rigurosa, empezaron a pensar que el método del análisis conceptual por sí sólo era suficiente para entender adecuadamente las investigaciones científicas. Pensaron que una detallada familiarización con la historia de la ciencia (especialmente la de antes del siglo XX) tiene poco que decir sobre los fundamentos conceptuales y metodológicos de las ciencias. Un fenómeno significativo es que ninguna de las figuras importantes del empirismo lógico (*e.g.*, Schlick, Carnap, Reichenbach y Hempel) vio la importancia de seguir los pasos anteriores de Comte, Whewell, Mach y Duhem, quienes habían insistido en la necesidad de utilizar la historia para ilustrar y, algunas veces, evaluar las doctrinas alternativas. Los análisis formales y lógicos tendían a reemplazar los estudios históricos como la manera preferida de hacer la investigación (Laudan, 1990: 48).

Un segundo punto de vista incompatible con la tradición clásica ejemplificada por Sarton está expuesto en el libro de Thomas Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (1962/1970). Kuhn cuestiona directamente la tesis tradicional presupuesta por Sarton de que el avance de la ciencia consiste en la acumulación de conocimiento. Kuhn considera que la historia de la ciencia muestra claramente que, contrario a esta tesis tradicional, en muchos casos claros de avance científico paradigmático, el avance no puede entenderse como consecuencia de evaluaciones que sigan reglas compartidas provenientes de criterios de objetividad absoluta. Este rechazo tiene implicaciones importantes para la filosofía y la historia de la ciencia. Sugiere que la ciencia no es una empresa que se distinga por su objetividad, o por lo menos apunta a que la objetividad de la ciencia no se captura por un concepto simplista de acumulación del conocimiento.

Un tercer punto de vista incompatible con la historiografía de Sarton, prominente en algunas propuestas historiográficas, sociológicas y filosóficas contemporáneas, es la idea de que entender la ciencia requiere no sólo entender la estructura de sus teorías sino la estructura y la dinámica de sus prácticas.

Estos tres puntos de vista, hoy en plena discusión, no surgieron de la nada en la segunda mitad del siglo XX. Todos ellos tienen importantes antecedentes en discusiones anteriores. Como dijimos previamente, Whewell pensaba, a principios del siglo XIX, que entender la ciencia requería entender la dimensión teleológica del conocimiento científico que apuntaba a la necesidad de presuponer un principio (o ente) ordenador no natural (Dios, en última instancia). Otros, como Herbert Spencer, pensaban que ese principio ordenador podía verse como parte de la naturaleza, como una ley universal que hacía que los fenómenos tendieran a generar cierto tipo de orden (Spencer, 1857). En el siglo XX, sobre todo por el impacto de la teoría de Darwin, que hizo ver las dificultades con este tipo de explicaciones, se desarrollaron muchas propuestas; por ejemplo, Pierre Duhem (1913), Alexandre Koyré (1968) y Edwin Burtt (1964) proponían que los presupuestos metafísicos habían desempeñado un papel importante en el desarrollo de la ciencia en diferentes épocas. Los historiadores marxistas como Boris Hessen y John Desmond Bernal consideraban que los factores socioeconómicos eran determinantes en la formación de las instituciones científicas, pero que además eran factores que debían tomarse en cuenta para entender el tipo de teorías que se consideraban verdaderas (véanse, por ejemplo, Hessen, 1931, y Bernal, 1939). Desde la perspectiva de la tradición clásica y de Sarton en particular, esos factores "externos" podían explicar algunas cosas, pero no entraban en la justificación epistémica del conocimiento científico. Precisamente una de las discusiones más importantes, producto del cuestionamiento del punto de vista tradicional, fue poner en duda esa distinción entre factores "internos" y "externos" (véase Shapin, 1992).

Hay muchas maneras en las que este cuestionamiento puede aterrizarse en modelos de la ciencia no tradicionales, tanto en historiografía como en filosofía de la ciencia. En este libro nos interesa sobre todo mostrar cómo tomar en serio la estructura de prácticas de la ciencia permitirá superar de manera natural y productiva el internalismo de una propuesta tradicional como la de Sarton y el relativismo de una propuesta como la de Kuhn (por lo menos en

ciertas interpretaciones de su modelo). Pero antes de pasar a un examen de nuestra propuesta centrada en prácticas será productivo detenernos a repasar los elementos básicos de una historia de la ciencia que, a diferencia del tipo de historia defendida por Sarton, es una historia de la ciencia centrada en prácticas. Detenernos en las ideas de Needham va a ser importante para nuestra propuesta, porque va a dejar claro cómo la discusión sobre la preeminencia de las prácticas sobre las teorías en nuestra apreciación de la ciencia está íntimamente relacionada con diferentes maneras de entender la ciencia como cultura y, por lo tanto, con diferentes maneras de entender el alcance de las ciencias sociales en los modelos filosóficos de la ciencia.

2. Joseph Needham, biólogo e historiador

Antes de dedicarse a la historia de la ciencia, Joseph Needham (1900-1995) había sido un bioquímico exitoso en el Colegio de Gonville y Caius de Cambridge, Inglaterra. A la edad de 31 años publicó una obra en tres volúmenes, *Chemical Embryology*, y diez años después la voluminosa *Biochemistry and Morphogenesis*. En 1937, un grupo de bioquímicos chinos del Colegio de Jinling en Nanking llegaron al laboratorio de Cambridge y trabajaron allí hasta el verano de 1939, con Needham y su esposa Dorothy Moyle. Esto llevó a Needham a convencerse de que había una riqueza en la historia de la ciencia china que no podía ser explicada por el modelo tradicional historiográfico de la ciencia. Esta convicción recibió apoyo de otras corrientes de pensamiento que se ventilaban en esa época. Una de ellas es la influencia de la sociología de la ciencia externalista de J. Desmond Bernal. Needham adoptó la idea marxista de que los factores socioeconómicos, más específicamente el modo de producción y las condiciones materiales y tecnológicas, afectan e incluso determinan el desarrollo del pensamiento científico. Sin embargo, Needham no era un marxista ortodoxo ni un externalista extremo. En el área de la filosofía de la ciencia, Needham consideraba que el enfoque organicista de Whitehead era más adecuado para explicar la estructura, el funcionamiento

y la evolución de las investigaciones bioquímicas. Más tarde, este acercamiento organicista le sería muy útil para reflexionar sobre la base filosófica de la ciencia china antigua y medieval. Si bien no tenía formación académica como historiador, Needham había escrito una serie de trabajos históricos, ya que no dudaba que para entender la ciencia o cualquiera de sus ramas hay que entender su historia. El primer volumen de su *Chemical Embryology* es un estudio histórico; fue publicado separadamente un año después, en 1932, con el título *A History of Embryology*. En 1936, Needham, y otros colegas, como Dampier-Whetham, Hamshaw Thomas, Desmond Bernal, Herbert Butterfield, entre otros, promovieron la fundación del Departamento de Historia de la Ciencia en Cambridge. Una de las primeras colaboradoras de Needham, Gwen-Djen Lu, observó que el interés de Needham por la ciencia china se basaba en la idea de que

> no vale la pena quejarse de que la inducción eléctrica o el cálculo vectorial no hubieran sido descubiertos en el siglo x, porque la ciencia distintivamente moderna se inició en Europa sólo como parte de la revolución científica en el siglo xvii. Pero antes de este momento, durante veinte siglos, hubo ciencias antiguas y medievales. En el contexto de esa ciencia medieval había fundamentos sobre los que la ciencia pudo haberse desarrollado (Lu, 1982: 6).[1]

Needham aceptó en 1942 el puesto de agregado cultural en la embajada inglesa en Chongqing, China, y trabajó durante tres años ayudando a los científicos chinos durante la Segunda Guerra Mundial. En 1954 publicó el primer volumen de *Science and Civilisation in China*, sobre las condiciones geográficas, sociales y económicas de la ciencia china; en 1956, publicó el segundo sobre la historia del pensamiento científico y en 1959, el tercero sobre la historia de las matemáticas, la astronomía y la geografía. Posteriormente se

[1] Era una idea comúnmente aceptada la de que la matematización y la experimentación son dos características distintivas de la ciencia moderna fundamentada en la revolución científica que culminó en el siglo xvii. Los estudios históricos en la segunda parte del siglo xx, incluso los del mismo Needham, han ofrecido suficientes evidencias para cuestionar esta idea simplista (*e.g.*, Shapin, 1992; 1996).

publicó un cuarto volumen (en tres partes) sobre la física y la tecnología física; un quinto volumen en ocho partes sobre la química y la tecnología química; y un sexto volumen sobre la biología y la tecnología biológica, en dos partes. Varios volúmenes han sido agregados desde entonces por colaboradores del proyecto.

3. La ciencia china antigua y medieval comparada

Para una historiografía progresista, presentista e internalista como la de Sarton, la ciencia de la China antigua y medieval, como la de Egipto o Babilonia o cualquiera otra región del mundo, son meros antecedentes históricos que pueden verse como primeros pasos tentativos, aunque no son realmente ciencia en sentido estricto, dado que no son el resultado de un método sistemático, como es el caso en la ciencia occidental. De acuerdo con esta historiografía, la ciencia propiamente dicha se inicia en la Grecia antigua, donde apareció la idea de sistema formal axiomático (en la geometría euclidiana), y culmina en el Renacimiento con el descubrimiento de la metodología de verificación de hipótesis mediante la experimentación. Si bien en el Oriente antiguo (en la India, Egipto, Babilonia y China) habían existido prácticas y técnicas médicas, las matemáticas y la astronomía primitivas no se desarrollaron a través de los razonamientos formales y la experimentación, por lo que estas prácticas sólo pueden verse como "el amanecer" de la ciencia (*e.g.,* Sarton, 1952: 3-18).[2] Sin embargo, lo que Needham deja muy claro es que esta manera de hacer la historia de la ciencia tiende a despreciar la contribución de la ciencia china antigua y medieval. "Un ejemplo", como observa Needham:

> es un famoso libro del profesor J.B. Bury, *The Idea of Progress*. En él, Bury se refiere al hecho de que durante el Renacimiento en Europa

[2] La idea de que la ciencia, además de otros conceptos filosóficos que caracterizan el pensamiento occidental, se inició en la Grecia antigua, es una idea llamada por David Pingree (2000) *Hellenophilia*. Esta idea dominaba la historiografía de la ciencia del siglo xx y recientemente ha sido cuestionada (Conner, 2005, cap. 3).

había muchas discusiones entre los sabios, algunos de los cuales sostenían que los "modernos" (en referencia a los sabios del Renacimiento) eran mejores que los "antiguos", y otros que los "antiguos" eran mejores que los "modernos". Quienes apoyaban a los modernos solían argumentar que eran mejores porque habían hecho descubrimientos tales como la imprenta, la pólvora y la brújula magnética. Lo que es sorprendente es que en el libro de Bury no haya ni una nota que mencione que todos estos descubrimientos no fueron realizados en Europa sino en Asia (Needham, 1970: 91).

El entendimiento de la ciencia china y medieval como un estado primitivo de la ciencia asume que la ciencia se caracteriza por la experimentación y la metodología basada en los razonamientos formales que concluyen en una teoría. El típico ejemplo de esta propuesta es una famosa carta de Einstein dirigida a J.E. Switzer en 1953:

Querido señor:

El desarrollo de la ciencia occidental se ha apoyado en dos grandes logros, la invención del sistema lógico formal (en la geometría euclidiana) por los filósofos griegos y el descubrimiento de la posibilidad de hallar relaciones causales mediante experimentos sistemáticos (en el Renacimiento). En mi opinión no hay que asombrarse de que los sabios chinos no hayan dado estos pasos. Lo sorprendente es que alguien llevara a cabo esos descubrimientos.

Cordialmente,
Albert Einstein (cit. en Needham, 1969: 43-44).

Ésta es una idea compartida por la gran mayoría de los historiadores de la ciencia en la primera parte del siglo xx, entre ellos, A.C. Crombie, D.J. de Solla Price, J. Desmond Bernal, y C.C. Gillispie, Marshall Clagett, E.J. Dijksterhuis, Alexandre Koyré (Needham, 1969: 42-43; Conner, 2005: 117). Para Needham, sin embargo, esta idea de Einstein es demasiado estrecha para entender la naturaleza de la ciencia, por las siguientes tres razones.

En primer lugar, las matemáticas van más allá de la geometría deductiva y sus demostraciones. Como lo hace ver Needham, los chinos desarrollaron muchos métodos algebraicos y de análisis. En segundo, los métodos científicos no son meramente métodos formales; usualmente involucran una serie de presupuestos metafísicos, por ejemplo, la aplicación de la geometría euclideana en el sistema ptolemaico asume la existencia de esferas celestiales cristalinas sólidas. En tercero, si bien la geometría deductiva griega es la base para desarrollar (una versión estrecha de) las ciencias mecanicistas, no es aplicable en otras áreas científicas.

Estas tres razones exigen tener una visión más amplia de la ciencia que pueda dar cuenta del papel de las prácticas científicas más allá de la búsqueda o identificación de teorías formales reguladas por inferencias a partir de experimentos. Como nos dice Needham:

> lo que hicieron los chinos fue clasificar los fenómenos naturales, desarrollar instrumentos científicos de gran refinamiento para las etapas a las que pertenecían, observar y registrar una serie de fenómenos con una persistencia difícilmente igualada en cualquier lugar y si fracasaron (como todos los hombres medievales, incluidos los europeos) en aplicar hipótesis de tipo moderno, en cambio experimentaron, siglo tras siglo, obteniendo resultados que podían repetir a voluntad. Cuando repasamos esta lista de las formas de actividad científica, resulta difícil comprender cómo alguien puede negarles su estatus de componentes esenciales de la ciencia, si no es en interés de alguna toma de partido instintiva (Needham, 1969: 46).

Para poder dar cuenta de estas actividades científicas en la China antigua y medieval, Needham sugiere introducir la noción de una ciencia universal que se considera constituida por prácticas científicas y tecnológicas (Needham, 1954). La ciencia universal, a grandes rasgos, puede entenderse como el conjunto de investigaciones sistemáticas reproducibles mediante la experiencia. Ésta es una noción que abarca tanto las ciencias antiguas y medievales en diferentes partes de la Tierra como la ciencia moderna occidental. Para Needham, el valor de los estudios

históricos fuera del contexto de la ciencia occidental no consiste únicamente en señalar sus contribuciones *a* y sus relaciones *con* la ciencia moderna occidental. Dice Needham:

> Todo depende de la definición del legatario, si el legatario es solamente Europa, o la ciencia moderna universal, o todo el género humano. Yo insistiría en que no es justo exigir que toda actividad científica o tecnológica haya contribuido al progreso de la cultura europea. Ni tenemos siquiera que demostrar que ha constituido material de construcción para la ciencia moderna universal. La historia de la ciencia no se escribe solamente con un hilo continuo de influencias ligadas entre sí. ¿Acaso no existe una historia ecuménica del pensamiento y el conocimiento del hombre sobre la naturaleza, en la que cada esfuerzo puede ocupar su lugar, independientemente de las influencias que recibió o que ejerció sobre otros ¿No son la historia y la filosofía de la ciencia universal las únicas legatarias verdaderas de toda empresa humana? (Needham, 1969: 60-61).

Siguiendo una historiografía kuhniana, uno puede quejarse de que la "ciencia universal" de Needham asume una idea de ciencia lineal y acumulativa (Bray, 1995 y Low, 1998). La queja puede tener algo de razón, porque Needham parece presuponer un cierto acumulacionismo de la empresa científica, *pero ciertamente no comparte la creencia de que la ciencia es linealmente acumulativa*. La crítica simplista de que la visión de la ciencia acumulacionista tiene que superarse no toca las ideas que inspiran una visión acumulacionista; por ejemplo la idea de que sabemos más física hoy que en tiempos de Aristóteles. La tensión puede resolverse de manera simple. Lo que es muy cuestionable es la creencia en un acumulacionismo lineal (creencia que Needham no compartía), y más allá de ese tipo de acumulacionismo lineal, un tema importante de discusión es el sentido en el que podemos hablar de que la ciencia es acumulacionista. Para Needham las prácticas científicas que se han desarrollado en diferentes culturas son como ríos que contribuyen a un "mar" que es la "ciencia universal". Desde esta perspectiva la idea de ciencia universal es cercana a la visión enciclopedista de Neurath

(véase el capítulo siguiente para una elaboración de esta idea).[3] La universalidad consiste en la inclusión de tradiciones científicas heterogéneas, que se consideran científicas por el tipo de estudios y métodos y por la manera en que esas tradiciones se relacionan con el contexto social específico en el que se desarrollan. Como lo pone un historiador y exdirector del Instituto Needham de Investigación en la Universidad de Cambridge:

> Considero que los avances en el estudio de la ciencia china van a requerir entender a profundidad las circunstancias en las que se hacía ciencia y tecnología. Cómo las ideas técnicas de los científicos se relacionan con el resto de su pensamiento; […] quienes eran los que participaban en la formación de consensos respecto de cuales eran los fenómenos problemáticos y cuales los tipos legítimos de respuesta […] a qué fines servía la ciencia, que hacían que sus leyes se conformaran a las leyes de la pintura china y los principios básicos de la conducta moral (Sivin, 1984: 549).

La idea de Needham y Sivin de que la ciencia tiene que estudiarse y entenderse en su contexto social propio fue bien recibida por muchos historiadores de la ciencia antigua. G.E.R. Lloyd, un famoso historiador de la ciencia griega antigua cooperó con Sivin en un estudio comparativo de la ciencia griega y la ciencia china antiguas. Para ellos las actividades científicas podían entenderse como procesos culturales únicos (Lloyd y Sivin 2002: 3). Desde esta perspectiva, no deben buscarse criterios neutrales como base para la comparación global entre tradiciones científicas, ya que es

[3] Needham no tiene por qué exigir que este conocimiento científico tenga que ser del todo coherente; basta con asumir que los científicos en diferentes tradiciones pueden, si así lo quieren, entender las ciencias de otras tradiciones y comunicarse mediante la construcción de lenguajes puente, o creoles en la terminología de Galison (véase Galison, 1997). Esto es, el mar de la ciencia universal que comparten los seres humanos no tiene que ser homogéneo; puede ser heterogéneo siempre y cuando haya una actitud de tolerancia a las otras tradiciones, un interés por entenderlas y reconocer que promueven valores semejantes. De manera análoga a como la visión enciclopedista de Neurath no presupone una visión lineal y acumulacionista de la ciencia, la ciencia universal de Needham no tiene por qué presuponer que el desarrollo de la ciencia es lineal y acumulativo. Para una discusión de esta manera de leer a Neurath, véase Cartwright *et al*., 1996.

sólo a través de comparaciones cuidadosamente construidas, que toman muy en serio las diferentes maneras en las que las distintas tradiciones articulan sus experiencias, que podemos llegar a un entendimiento de la ciencia en general. Por ejemplo, tanto en China como en Grecia había tradiciones de matemáticas, pero tenían métodos y fines diferentes. Los griegos adoptaban un estilo axiomático y deductivo que se asociaba con las prácticas de argumentación en los debates públicos. En un silogismo la premisa mayor tiene que ser considerada como verdadera. En cambio, los chinos desarrollaron algoritmos, sin presuponer axiomas. Esto podría deberse a que en China los debates no eran públicos, y tal vez no podían serlo, porque a diferencia de Grecia en donde las ciudades a lo más incluían algunas decenas de miles de posibles interlocutores, en China había muchas más ciudades importantes, más pobladas y menos autónomas.

Pueden también compararse las prácticas astronómicas en Grecia y en China. Los griegos utilizaban modelos geométricos para mostrar que las regularidades celestes eran aparentes y podían explicarse como regularidades en los modelos, mientras que para los chinos las regularidades eran uniformidades representadas por modelos algebraicos y las desviaciones eran causadas por errores morales cometidos por los seres humanos. Para un astrónomo chino, si un eclipse esperado no tenía lugar, eso no se veía como un error de predicción, sino como un indicio moral o político. En China, a diferencia de Grecia, las actividades de los astrónomos estaban estrictamente controladas por el Estado, quizás porque las técnicas astronómicas tenían consecuencias políticas importantes.

Lo que no se puede hacer son juicios apresurados sobre el tipo de ciencia que se hacía en Grecia en contraposición al tipo de ciencia que se hacía en China. Uno podría pensar que en Grecia la ciencia se hacía buscando teorías unificadas y en China no. Pero ése no es el caso. Por ejemplo, en ambas sociedades la medicina tenía tareas de diagnóstico y curación. Sin embargo, mientras que en la China antigua la medicina se hacía a partir de una teoría unificada basada en nociones ontológicas como el Yin y el Yang y tomando las relaciones entre la naturaleza y los

seres humanos como punto de partida, en la medicina griega se tomaba la estructura del cuerpo humano como punto de partida.

Es claro que llevar a cabo este tipo de estudio comparativo de tradiciones científicas requiere reconocer que la ciencia consiste en complejos de prácticas heterogéneas que se explican a través de su interacción y su historia (que obliga a reconocer la importancia del pluralismo epistémico del que hablaremos en varias secciones del libro y en el capítulo 8 en particular).

Las comparaciones sobre tradiciones tan diferentes son díficiles, pero pueden ser muy importantes para ayudar a enmarcar problemas cruciales de interés contemporáneo. En su libro *Cognitive Variations: Reflections on the Unity and Variation of the Human Mind* (2007), Lloyd utiliza este marco comparativo entre la ciencia antigua en Grecia y China para destacar una serie de cuestiones que están actualmente en el centro de discusiones en las ciencias cognitivas y en la filosofía de la ciencia. Lloyd quiere mostrar como la comparación histórica entre tradiciones heterogéneas (en particular las tradiciones griega y china en ciencia) puede ayudarnos a entender lo que hay de común y lo que hay de diferente en las maneras de razonar en distintas sociedades. En particular, le interesa utilizar este marco comparativo para evaluar una serie de tesis muy conocidas sobre la existencia de universales que supuestamente subyacen en las diferentes culturas humanas.

Una tesis central del libro de Lloyd es que la discusión acerca de si hay o no una unidad psíquica en los seres humanos no debe plantearse en términos globales, como si los dos puntos de vista expresaran alternativas exhaustivas y excluyentes. La conclusión va a ser que en realidad hay sentidos en los que podemos hablar de unidad psíquica y hay sentidos en los que no, y que sobre todo, el plantear los problemas localmente y en relación con cuestiones específicas nos da un mapa de la diversidad cognitiva y de los límites y alcances de los rasgos cognitivos comunes. El punto de partida de Lloyd es una discusión de la famosa tesis de Sapir-Whorf según la cual los lenguajes hablados por diferentes comunidades establecen diferencias importantes respecto de lo que se considera que existe o es el caso. Lloyd va a llegar a la conclusión de que si bien la tesis de Sapir-Whorf no es del todo

incorrecta, la diversidad o unidad cognitiva que importa no tiene por qué capturarse en términos de diferencias o unidad de estructura lingüística. La diversidad cognitiva no puede encajonarse en términos lingüísticos.

Lloyd dedica un capítulo a reflexionar sobre unos famosos experimientos de Brent Berlin y Paul Kay que han sido ampliamente discutidos en relación con la tesis de Sapir-Whorf. Los experimentos en cuestión llevaron a Berlin y Kay a concluir que a pesar de que las terminologías sobre colores en varias culturas humanas difieren mucho, hay leyes generales y patrones que todos los seres humanos comparten. Ellos encontraron, por ejemplo, que si un lenguaje tiene sólo tres términos (básicos), estos términos van a ser negro, blanco y rojo. Los lenguajes que tienen cuatro términos agregan amarillo o verde. Aquellos que incluyen cinco términos tienen amarillo y verde. Los términos básicos según Berlin y Kay (1969: 6) deben satisfacer las siguientes condiciones:

1. Los términos deben ser monoléxicos, esto es, su significado no debe de ser predecible del significado de las partes (por ejemplo el término azul-verde estaría excluido).
2. No deben ser definibles a partir de otro color. Por ejemplo, escarlata no podría ser básico.
3. Su aplicación no puede restringirse a una clase estrecha de objetos (por ejemplo el color azabache aplicado a caballos estaría excluido).
4. Deben de ser psicológicamente destacados para los informantes.

Ha sido ampliamente aceptado que los experimentos de Berlin y Kay establecen la unidad psíquica de los seres humanos. Si bien hay diferencias en las maneras en que se perciben y se expresan lingüísticamente los colores, esas diferencias son superficiales, y a ellas subyace una estructura descrita por leyes universales que obedecen los términos básicos.

Un punto crucial de la crítica de Lloyd a la tesis de Berlin y Kay es el reconocimiento del hecho de que nuestra habilidad para discriminar colores va más allá de los recursos lingüísticos de los que dispongamos. No necesitamos nombres ni sistemas cla-

sificatorios para percibir el tipo de difererencias entre colores o entre matices o tonos. Lloyd saca a colación varios experimentos que muestran que esto es el caso. Podrían darse muchos otros experimentos recientes en psicología cognitiva que apoyarían la crítica de Lloyd. Es más, una psicología cognitiva que se toma en serio el concepto de afordancia (*affordance*)[4] cuestiona de entrada los supuestos sobre los que se construye la tesis. Como bien lo dice James Gibson "no se requiere clasificar y poner etiquetas a las cosas para percibir sus afordancias (*affordances*)" (Gibson, 1986: 134).

Lloyd también hace ver que los tres modos de percepción del color que son ampliamente reconocidos, a saber, tonalidad, grado de luminosidad y grado de saturación forman un continuo, y que por lo tanto las condiciones que definen los términos básicos requieren, en todo caso, abstraer entidades discretas de un continuo. Los experimentos de Kay y Berlin se hicieron sobre todo enfocados en tonalidades (Lloyd y Sivin 2002: 13). Y por lo tanto, las opciones que se le daban a los entrevistados ya incorporaban abstracciones que guiaban la respuesta a opciones limitadas que se planteaban como tonalidades alternativas. Esto es un defecto de los experimentos porque sabemos que hay lenguajes naturales en los que las discriminaciones básicas no se hacen con base en la tonalidad sino en la luminosidad. Lloyd hace ver que entre los griegos la discusión sobre si hay colores básicos se plantea en lo que debería traducirse como una oposición entre brillante *versus* oscuro, y no como Berlin y Kay lo harían, entre blanco y negro. Es más, Lloyd trae a colación varios experimentos que muestran la importancia de reconocer diferentes posibles maneras de hacer diferencias entre colores que no dependen de diferencias entre lenguajes.[5] Sin embargo, de aquí no se sigue una tesis relativista extrema del tipo Sapir-Whorf. Hay una gran variabilidad individual y grupal en

[4] No hemos encontrado un equivalente del término *affordance* en español que pueda traducir los matices que captura el término en inglés. Por ello, ante la alternativa de usar *affordance* hemos preferido usar el neologismo "afordancia".

[5] La discusión es compleja y hay muchos trabajos sobre el tema. Stephen Levinson es un autor que ha examinado bastante las sutilezas de la discusión. Véase Levinson, 2000.

las maneras de clasificar, pero no cualquier clasificación es viable. Lloyd deja apenas sugerida la importancia de clasificaciones comunes entre grupos de personas que comparten tareas relevantes. Pero nos parece que esto es un elemento crucial de cualquier explicación del rango de variabilidad existente. Como lo plantea Lloyd al final del primer capítulo: "es sólo a través de un difícil proceso de construcción que toma en cuenta lo que muchas disciplinas han encontrado… que podemos empezar a hacer justicia a los problemas que plantea esa área de la cognición" (Lloyd y Sivin, 2002: 22).

Lo que nos importa resaltar aquí es que esta manera de ver la historia de la ciencia apunta a una visión de la ciencia centrada en prácticas (en la que ya es clara la importancia del reconocimiento del pluralismo epistémico del que hablaremos en varias secciones del libro y en el capítulo 8 en particular) donde la comparación entre diversas prácticas desempeña un papel epistémico crucial. Como lo sugiere Lloyd, el compartir tareas (que involucra participación en procesos de aprendizaje) puede ser más importante para la manera en que clasificamos fenómenos de nuestro interés o tal vez mejor para las maneras en que percibimos afordancias que supuestos principios generales que pretenden resolver los problemas globalmente.

4. Hacia una filosofía de las prácticas científicas

El caso de Needham y su comparación con la historiografía de Sarton muestran cómo una visión de la ciencia centrada en prácticas puede ser crucial para entender muchos aspectos importantes de la ciencia, los cuales no pueden ser entendidos cabalmente por una visión centrada únicamente en las teorías. En particular, parece que se requiere una concepción de la ciencia que la considere constituida por prácticas para entender a fondo los diferentes sentidos de unidad y diversidad cognitiva que deben ser tomados en cuenta en una historia de la ciencia. Como veremos sobre todo en el capítulo 8, fijar nuestra atención en prácticas nos permite también dar respuesta al sentido en el que la ciencia es

acumulativa, pero no linealmente acumulativa, como lo requiere una historiografía que se toma en serio que la ciencia no es un avance lineal ni acumulacionista simple, a la manera de Playfair.

En el segundo capítulo, examinamos las razones por las que muchos filósofos e historiadores de la ciencia en la primera mitad del siglo XX aceptaron una visión de la ciencia centrada en teorías. La concepción de la ciencia como conocimiento teórico preeminentemente se basa en un argumento que usualmente se asume contundente para mostrar la irrelevancia de las prácticas, en tanto que afirma que el papel de las prácticas es el de servir de fuente de datos para la evaluación de teorías. Se expone una versión clásica del argumento de la irrelevancia de las prácticas (AIP) de Rudolf Carnap. También examinamos los primeros intentos de cuestionar este argumento, hechos por Otto Neurath, Ludwik Fleck y Michael Polanyi.

En la segunda mitad del siglo XX, los problemas internos de la filosofía de la ciencia centrada en teorías produjeron un cambio de enfoque de las cuestiones epistémicas de la ciencia a los aspectos históricos y sociales de las investigaciones científicas (Pickering, 1984). Es un cambio que promovió la visión de la ciencia centrada en prácticas que, sin embargo, tendió a mantener una manera de entender la epistemología desarrollada por el empirismo lógico; una epistemología no naturalizada que no tenía lugar para la historia ni para las ciencias empíricas en el establecimiento de normas epistémicas. Sus métodos constructivistas son asociados por sus proponentes y detractores con versiones de un relativismo epistemológico extremo, según el cual, el conocimiento científico es una categoría meramente sociológica que no puede servir de ejemplo paradigmático del tipo de conocimiento que los filósofos usualmente asocian con la ciencia. Una manera de superar los problemas provocados por la polémica entre la filosofía de la ciencia centrada en teorías y la versión del relativismo extremo de los estudios histórico-sociales de la ciencia es tomar las prácticas como recursos explicativos para modelar los procesos epistémicos de las investigaciones científicas. Desde esta perspectiva puede promoverse una epistemología de la ciencia naturalizada y constructivista, pero no relativista. En el tercer capítulo examinamos este cambio.

2. La relevancia de las prácticas en la filosofía de la ciencia: algo de historia

1. El argumento de la irrelevancia de las prácticas (AIP) en filosofía de la ciencia y la objeción de Neurath

La filosofía de la ciencia surgió como una manera de hacer filosofía centrada en los problemas filosóficos que genera la producción del conocimiento científico, sus métodos de validación de conocimiento y la estructura de sus teorías y modelos. Para los empiristas lógicos la filosofía de la ciencia era toda la filosofía que podía haber. La idea era que afuera de la ciencia los problemas de justificación del conocimiento se perdían en vaguedades metafísicas. Para poder realizar el tipo de demarcación tajante que se requiere para hacer viable tal visión de la filosofía y de la ciencia, Rudolf Carnap y otros empiristas lógicos sugirieron que la estructura normativa de la ciencia coincidía con la estructura de la relación entre evidencia y teoría. *De esta manera no sólo la ciencia se reduce a teorías, entendidas como sistemas de creencia sistematizables como estructuras en algún lenguaje privilegiado, sino que además se asume implícitamente que las diversas actividades que constituyen todo ese complejo de instituciones que asociamos con la ciencia no son pertinentes para entender su estructura normativa*.

Todo ese complejo de instituciones que constituyen la ciencia desempeña un papel en la determinación de las teorías

alternativas que se ponen a prueba y en el desarrollo de la evidencia que las pone a prueba; pero para el empirismo lógico esa compleja estructura social no desempeña un papel en la caracterización epistémica de lo que es la ciencia. Una manera famosa de articular esta idea es promover la distinción entre el contexto de justificación y el contexto de descubrimiento. Desde esta perspectiva, las prácticas pertenecen al contexto de descubrimiento, esto es, están constituidas por factores psicológicos, sociológicos e históricos que no se consideran relevantes para explicar los criterios cognitivos y epistémicos pertinentes en el contexto de justificación. Si se considera que todos esos aspectos prácticos no tienen que ser desglosados para entender lo que es la ciencia como conocimiento, entonces podemos mantener esa segregación tajante entre una gran variedad de factores sociales que entran en el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación.

Por supuesto esto no tiene que implicar, y no fue ésta la intención de los empiristas lógicos ni de otros defensores de tal distinción, que los aspectos prácticos no fueran importantes para entender la ciencia. El punto es que se considera que entender *la ciencia como conocimiento* no requiere que nos pongamos a examinar lo que entra en el contexto de descubrimiento. Vale la pena, sin embargo, dejar claro que el supuesto de que podemos hacer una distinción entre el contexto de descubrimiento y el de justificación no es el supuesto que cuestionamos. Esta distinción puede hacerse de varias maneras interesantes y pertinentes para diferentes propósitos. Lo que cuestionamos es que el papel de las prácticas se considere restringido al contexto de descubrimiento y que *por lo tanto* no desempeñen un papel en cuestiones de justificación.[6]

Según los filósofos de la ciencia centrada en teorías, las teorías filosóficas de la ciencia pueden ignorar el papel de las prácticas en

[6] Esta discusión está, por ejemplo, en varios artículos que se publicaron en la revista *Philosophy of Science*, vol. 52, junio, 1985. Como lo plantea Nickles en su artículo de ese número (Nickles, 1985), la discusión no es si puede o no hacerse la distinción, sino si el contexto de descubrimiento desempeña un papel en el contexto de justificación.

la estructuración normativa de la ciencia, porque éstas no son más que aplicaciones de teorías o meros generadores de la evidencia que es pertinente en la ciencia. Para enmarcar la discusión, será útil tratar de formular este argumento, normalmente implícito, de manera explícita.

2. El argumento de la irrelevancia de las prácticas (AIP) en la filosofía de la ciencia

a) La filosofía de la ciencia da cuenta, de manera primordial, de la estructura normativa epistémica que permite explicar la ciencia como el avance del conocimiento guiado por criterios racionales.
b) Esta estructura normativa epistémica puede reducirse a normas que nos permiten juzgar de manera objetiva y racional la relación que hay entre ciertos datos considerados evidencia, y una teoría. Carnap pensaba que estas normas eran formulables en términos de la lógica y las matemáticas, pero más en general, la premisa es que *toda relación evidencia-teoría es representable formalmente como una relación que puede evaluarse con independencia del contexto*.
c) Las prácticas involucran una serie de factores y normas que no son modelables como relaciones entre evidencia y teoría, ni son, en los aspectos pertinentes, modelables formalmente.

Conclusión: las prácticas no pueden ser recursos explicativos en la filosofía de la ciencia, esto es, son irrelevantes para una explicación filosófica de la racionalidad y la epistemología científica.

La premisa *c* del AIP es un hecho no controvertido. La premisa *a* especifica que la filosofía de la ciencia explica la normatividad propia de la ciencia como una normatividad inherente a la estructura de lo racional; tesis que no se cuestiona hasta la segunda mitad del siglo XX por los estudios historicistas y sociales de la ciencia. La premisa *b* asume que el origen de la normatividad propia de la estructura de la que habla la premisa *a* puede formalizarse y, por lo tanto, no se requiere estudiar los contextos prácticos en los cuales surge esa nor-

matividad. Si eso es correcto, la filosofía de la ciencia puede aceptar la idea común de que el contexto de descubrimiento no desempeña ningún papel en la explicación de la estructura normativa que le interesa explicar a la filosofía de la ciencia. Es preciso esclarecer que *b* no niega que las actividades científicas y sus contextos psicológicos, sociológicos e históricos sean imprescindibles para entender la naturaleza de la ciencia; lo que *b* niega es que estas actividades y sus contextos sean relevantes para establecer las normas epistémicas de la ciencia. Para los defensores de *b*, la normatividad epistémica de la ciencia es un problema filosófico cuya investigación puede hacerse independientemente de los estudios psicológicos, sociológicos e históricos de la ciencia.

Ya en la primera parte del siglo xx, sin embargo, hubo cuestionamientos importantes de la premisa *b*. Es instructivo ver el cuestionamiento en el contexto de una famosa discusión entre Carnap y Neurath. Para Carnap la explicación de la ciencia a la que podría aspirar la filosofía sólo podía consistir en la construcción lógica de la ciencia unificada que nos permitiera considerar que la ciencia está construida a partir de una cierta base empírica y que, por lo tanto, es un todo epistémicamente homogéneo. De esta manera Carnap estaría dándole forma a la premisa *b*: todos los conceptos científicos podían conectarse con esa base empírica a través de una reducción lógica. Carnap primero pensó que los conceptos en los niveles mayores de abstracción podían considerarse construidos a partir de unidades básicas de experiencia privada. Posteriormente pensó que todos los conceptos pertinentes podían reducirse a las leyes de la física. Pero es claro que las discrepancias tienen que ver con diferentes maneras de formular la premisa *b*.

Otto Neurath planteó una serie de objeciones a las diferentes maneras en las que Carnap le dio forma a la premisa *b*. Para Neurath la promesa de reconstruir racionalmente la ciencia tal y como proponía Carnap se basaba en supuestos inaceptables. En particular, Neurath pensaba que no era posible realizar el tipo de reducción (asociado con la premisa *b*) que Carnap sugería (Neurath, 1934; Cartwright *et al.,* 1996; Uebel, 1991; 2007).

Neurath aceptaba una versión de la premisa *a*. Pero la manera en la que para Neurath tiene sentido hablar de la ciencia como una

estructura normativa que nos permite explicarla como el avance del conocimiento no requiere aceptar la premisa *b*. Para Neurath la ciencia era más bien el resultado de un esfuerzo por integrar los diferentes lenguajes científicos; estos lenguajes científicos debían entenderse a su vez como jergas que buscan mediar entre los diferentes lenguajes desarrollados en las diferentes prácticas que colaboran en la formación de las normas que conforman una disciplina y en la administración de sus ambigüedades. Estas jergas no pueden ser meros lenguajes formales, porque siempre tienen raíces en el lenguaje ordinario, que es el único lenguaje que podemos decir que expresa nuestra experiencia enraizada en prácticas, con sus bordes difusos y la ambigüedad de sus normas. Neurath formula esta idea diciendo que "el sistema es la gran mentira" (Neurath, 1934). Por "sistema" se refiere a la estructura normativa que hace abstracción de las ambigüedades al punto de poder caracterizarse como un lenguaje formal.

Si no hay tal sistema, entonces la filosofía de la ciencia no puede reducirse a estudiar representaciones formales de la relación entre evidencia y teoría. A Neurath le impresionaba mucho la importancia que tenían las diferentes maneras de representar datos o fenómenos para poder comunicar y avanzar en el conocimiento. Una cierta representación de datos podía ser muy exitosa en comunicar un hecho y otra representación de los mismos datos podía ser un fracaso en relación con ese objetivo. Esto era particularmente claro en el caso de las representaciones estadísticas de datos: el caso que Neurath consideraba central para el avance de la ciencia como herramienta para la toma de decisiones significativas con miras en el futuro de una sociedad, aunque ciertamente la cuestión va más allá de ese tipo de casos. Una larga lista de datos puede ser muy difícil de descifrar, pero si nos ponen la información en un histograma, la entendemos inmediatamente. Una ecuación matemática puede ser ininteligible para la mayoría de la gente, no así una representación gráfica de su conjunto solución, que puede ser muy iluminadora. Y esto no atañe nada más a un público lego, que era el tipo de preocupación que sobre todo recalcaba Neurath, sino a los científicos. Las gráficas permiten mediar entre diferentes tipos de representaciones asociadas

con diferentes idiolectos y jergas; además, nos presentan la información de una manera que es cualitativamente apropiada para ciertos fines ampliamente compartidos; esta mediación tiene que verse como una parte crucial del avance de la ciencia, por tanto, como algo pertinente para la filosofía de la ciencia. Negar que este tipo de procesos tuviera implicaciones epistemológicas era para Neurath típico de enfoques que él despectivamente llamaba "pseudo-racionalistas" (Neurath, 1913: 10; 1936: 136).

Más allá de Neurath, pero siguiendo su idea, debemos reconocer que, por ejemplo, la evaluación de las expectativas de (o la confianza que tengamos en) una técnica de laboratorio o un instrumento es parte importante del tipo de racionalidad que distingue a la empresa científica. Tomemos el caso famoso del *Diagrama indicador*, un instrumento que se adjuntaba al cilindro de una máquina de calor. El indicador nos da una gráfica de la relación entre presión y volumen adentro del cilindro. Este indicador tuvo un papel muy importante en el diseño de la máquina de vapor que hizo famosos a sus inventores, James Watt y John Southern, *pero también tuvo un papel crucial en el desarrollo de los conceptos centrales de la termodinámica* (Baird, 1989; 2004). El indicador mostraba de manera gráfica un fenómeno cuya estabilización fue parte de un proceso que culminó con el desarrollo del concepto de *trabajo* y de la teoría de la termodinámica. Watt y Southern no utilizaron el indicador en relación con el concepto moderno de *trabajo* en la física, ni en el marco de la aplicación de una teoría, mucho menos de la termodinámica, que no existía; más bien la termodinámica fue posible una vez que tuvo lugar la estabilización del tipo de fenómenos a la que contribuyó el indicador. Para Watt y Southern el indicador medía la *economía* de sus máquinas. Este concepto, en retrospectiva, es un antecesor de nuestro concepto de *trabajo*, pero este juicio requiere una visión retrospectiva; es en el contexto de un proceso de desarrollo de conceptos asociados al diseño de las máquinas de vapor donde tiene sentido esa asociación. Economía *y* trabajo *no son meros conceptos "inconmensurables" asociados con diferentes teorías, sino que son conceptos relacionados a través de un aparato y de cierto tipo de prácticas que los hace "conmensurables".*

El aparato en cuestión integra diferentes representaciones y, por lo tanto, permite que las diferentes magnitudes que entran en la gráfica tengan un referente común y sean parte de una empresa racional, aunque esas ideas no sean estrictamente hablando traducibles una a la otra. En este sentido, *la dimensión material de la ciencia que se estructura en instrumentos y aparatos es constitutiva de las jergas que median entre diferentes actividades y formas de representarlas*. Por lo menos algunos estándares juegan aquí el papel de puntos de referencia, indicaciones acerca de los límites de lo posible, a partir de un diseño y respecto de un determinado tipo de proceso y resultado.

Esto requiere que se tome en serio la idea de que hay una serie de normas implícitas en las prácticas científicas más diversas (que incluyen el manejo y el desarrollo de aparatos y sistemas de representación), la cual desempeña un papel en la estructuración de representaciones y conceptos y, en particular, en el desarrollo y la evaluación de teorías.

A diferencia de Carnap, que pensaba que era posible sostener alguna versión de la premisa *b* a través de la identificación de un núcleo teórico sostenido por normas indiferentes a intereses y valores, Neurath pensaba que no era posible aislar un conocimiento indiferente de valores o concepciones metafísicas. Las normas implícitas en las prácticas que cumplen un papel en nuestra estructuración de conceptos y de expectativas racionales incluyen lo que Neurath llamó "motivos auxiliares". Los motivos auxiliares son normas que guían nuestras acciones y la aceptación de creencias, bajo el tipo de incertidumbre y ambigüedad que caracteriza los contextos en los que se toman las decisiones y se estructuran nuestras creencias. Si bien Neurath no utilizó de manera explícita el concepto de práctica, ni identificó los motivos auxiliares con normas o estándares de prácticas históricamente identificables, es claro que estaba cuestionando el argumento de la irrelevancia, dado que reconocía la importancia del tipo de estructura normativa que estamos asociando con las prácticas.

3. La objeción de Fleck

Otra manera de cuestionar la premisa *b* del AIP, que lleva a uno de los primeros intentos explícitos por utilizar las prácticas como recurso explicativo en la filosofía de la ciencia, viene del médico y microbiólogo Ludwik Fleck (1896-1961). Investigaciones concretas en el campo de la inmunología y la bacteriología le permitieron ver que las prácticas de la medicina se desarrollaban de una manera que no parecía reducirse a una estructura de normas lógicas y matemáticas. Esto es, en nuestra terminología, Fleck llega a la conclusión de que las normas propias de las prácticas médicas cuestionan el AIP en su inciso *b*. Fleck da varios argumentos en favor de esta tesis. Un argumento es que, a diferencia de otras disciplinas (como las ciencias físicas) que intentan encontrar las regularidades que caracterizan a los fenómenos, la medicina busca explicar las enfermedades a partir de abstracciones de casos individuales. Esta particularidad de la medicina exige a los investigadores tomar en cuenta las normas locales que son apropiadas para situaciones concretas de enfermedades particulares. En el artículo titulado "Sobre algunas características especiales del pensamiento médico", Fleck criticó irónicamente el intento por reducir la metodología de la medicina a reglas formales:

> Todo método terapéutico, incluyendo la homeopatía y el psicoanálisis tiene una motivación estricta, lógica, casi matemática, generalmente su vida es, mientras más exacta, más corta. No hay nada más fácil que hacer una pseudoexplicación en la medicina, porque mientras más complejos son los fenómenos más fácil es conseguir una ley verificable en corto tiempo y más difícil es alcanzar una idea que abarque los fenómenos. En la medicina uno encuentra un caso único: mientras más malo es el médico "más lógica" es su terapia. El punto es que en la medicina uno puede simular casi cualquier cosa, lo que prueba que, hasta ahora, hemos fallado en explicar algo (Fleck, 1927/1986: 42).

Si lo que determina la particularidad de las investigaciones en medicina tiene que ver con normas que surgen y se establecen a partir de un estudio, observación o análisis de fenómenos espe-

cíficos (y, por lo tanto, no neutrales en relación con el tema de la práctica), resulta entonces epistemológicamente importante explicar el origen de esas normas. Fleck explora este tema en su famosa monografía *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (1935/1986). Según Fleck, las investigaciones científicas, en la medida en que buscan entender un fenómeno específico, desarrollan sus propios *estilos de pensamiento*. Estos estilos debemos entenderlos como *instrumentos cognitivos y normativos,* en el sentido de que guían nuestros juicios respecto de cuáles aspectos son posibles candidatos para crear observaciones interesantes, generadoras de conocimiento. Esto es, la observación de un hecho no es una percepción sin ninguna presuposición, sino un proceso perceptivo orientado por un determinado estilo de pensamiento, el estilo en el cual tiene lugar la investigación.

Fleck no pretende excluir la lógica y las matemáticas como fuentes de normatividad, más bien arguye que los razonamientos lógicos y matemáticos no son la única fuente de las normas que distinguen un estilo de pensamiento científico. Los factores sociales también desempeñan un papel determinante en la estabilización, extensión, modificación y diversificación de un estilo de pensamiento.[7] De esta manera, Fleck coincide con Neurath en que la objetividad de la observación no es independiente de los contextos en los cuales tienen lugar (se enmarcan) las investigaciones concretas. Fleck estudia el ejemplo del descubrimiento de la prueba para detectar sífilis llevada a cabo por August von Wassermann y su grupo. Anteriormente existían diferentes con-

[7] Dice Fleck: "siempre se encuentran en el contenido cognoscitivo otras conexiones que no son explicables ni por la historia ni por la psicología (ya sea ésta individual o colectiva). Justamente por eso parecen relaciones 'reales', 'objetivas' y 'verdaderas'. Las denominamos relaciones pasivas, en oposición a las que calificamos de activas. Así, en nuestra historia de la sífilis, la agrupación de todas las enfermedades venéreas bajo el concepto genérico de 'mal venéreo' fue una conexión activa de los fenómenos, explicable histórico-culturalmente. Por el contrario, en la frase [...] 'a veces el mercurio no sólo no cura el 'mal venéreo', sino que incluso lo agrava' la limitación del efecto curativo del mercurio describe una conexión pasiva con respecto al acto cognoscitivo. Está claro que esa relación pasiva sola no podría haberse ni siquiera formulado sin el concepto previo del 'mal venéreo', de la misma manera que el concepto de 'mal venéreo' contiene también, junto a elementos activos, otros pasivos" (1935/1986: 56).

ceptos de sífilis: el concepto de "mal venéreo" se basaba en un fundamento ético-místico que relacionaba dicha enfermedad con ciertos movimientos astrológicos; el concepto empírico-terapéutico se fundamentaba en la tradición de los tratamientos técnico-terapéuticos de las enfermedades dermatológicas; el concepto experimental-patológico trataba de identificar las similitudes y diferencias entre las enfermedades venéreas como gonorrea, sífilis, chancro blando, etcétera.

Diferentes conceptos provenían de diferentes líneas o tradiciones de investigación que se expresaban en diferentes estilos de pensamiento. Estos estilos, según Fleck, determinan cuáles son los fenómenos y tratamientos relevantes para la detección y curación de la sífilis. Así, nos dice, "podemos definir el estilo de pensamiento como un percibir dirigido con la correspondiente elaboración intelectiva y objetiva de lo percibido" (Fleck,1935/1986: 145).

El estilo de pensamiento no es algo explícito que los investigadores individuales normalmente usen de manera consciente; muchas veces no son conscientes del estilo que implícitamente están usando. Además, en la medida en que el trabajo de los participantes en la investigación colectiva se apoya mutuamente en el trabajo de los otros, no es posible distinguir de manera clara la contribución de un individuo en el resultado final, como Fleck lo muestra en el caso del descubrimiento de la prueba diagnóstico de sífilis por Wassermann y sus colegas. El mismo caso también muestra que muchas veces el desarrollo de la investigación puede ir más allá de lo que un individuo percibe, pero que es detectable sólo cuando se toma la investigación como una empresa colectiva.

La reacción de Wassermann fue tomando forma paulatinamente durante el trabajo del colectivo y como cuenta Fleck, a través de cambios importantes en el significado de los términos involucrados en la investigación:

> Epistemológicamente hablando, a los investigadores se les van transformando lentamente las bases originarias de su trabajo, transformación que les pasa inadvertida a ellos mismos cuando contemplan retrospectivamente el camino seguido, pues las transformaciones del contenido concebido tienen lugar sin que el individuo lo perciba.

> Una vez alcanzado el resultado y completada su elaboración teórica actual, la investigación parece haber sido un camino recto que llevara directamente de la primera formulación del problema hasta la solución provisional del mismo (Fleck, 1935/1986: 25).

De esta manera, Fleck infiere que un factor determinante del estilo de pensamiento es lo que él llamaba *el colectivo de pensamiento*, que es una comunidad en la que los miembros intercambian sus ideas y estabilizan sus interacciones intelectuales.

La estructura general del colectivo de pensamiento hace que la comunicación intelectual intracolectiva produzca por razones sociológicas –sin tener en cuenta el contenido y la legitimación lógica– el reforzamiento de las creaciones intelectuales (Fleck, 1935/1986: 153).

Como consecuencia, el colectivo de pensamiento es parcialmente responsable del desarrollo histórico del conocimiento en un campo de investigación.

La introducción de las nociones de estilo y de colectivo de pensamiento ha anticipado muchos temas importantes comunes hoy en los estudios sobre la ciencia. Por ello, la teoría de Fleck podría ser considerada un primer intento de formular una sociología de la ciencia que no solamente daría cuenta del papel que desempeñan los factores "externos" de la investigación científica (como el objetivo de la investigación, la velocidad de desarrollo, la selección de tema de estudio), sino que también mostraría algunas maneras importantes en las que el mismo contenido de la investigación pudiera verse como algo socialmente determinado.

El estilo y el colectivo de pensamiento indican a los investigadores cómo plantear y resolver los problemas que son legítimos, a la vez que les indican cómo pasar por alto otros problemas y, en particular, les sugieren la manera en que las anomalías pueden considerarse irrelevantes o no importantes. Además, no existe una traducción directa entre dos estilos de pensamiento, de manera que la comparación racional entre ellos es problemática. Estas ideas, como confiesa el mismo Kuhn, fueron importantes para el desarrollo de conceptos kuhnianos tan cruciales como los de paradigma, ciencia normal e inconmensurabilidad.

4. La objeción de Polanyi al AIP

La teoría del conocimiento personal desarrollada por Michael Polanyi (1891-1976) a mediados del siglo XX cuestiona y rechaza la premisa *b* del AIP desde una perspectiva diferente. La teoría del conocimiento personal se basa en un rechazo de la imagen impersonal del conocimiento, según la cual, el conocimiento científico consiste en un conjunto de enunciados que, si bien la manera en que se presentan puede ser establecida por convenciones, son objetivos en el sentido de que su justificación epistémica se determina por la observación (si bien la manera en la que se presentan puede ser establecida por convenciones). En cambio, Polanyi sugiere que una teoría del conocimiento científico debe basarse en las relaciones fenomenológicas y existenciales que tienen lugar entre el sujeto epistémico y aquello que se conoce, cuya compresión requiere necesariamente tomar en cuenta los componentes personales que intervienen en una investigación científica (véase Polanyi, 1966).

Polanyi sostiene una postura realista acerca de la investigación científica; esto es, la meta de la investigación científica reside en descubrir la realidad escondida tras los hechos de la naturaleza, lo que requiere que los referentes de las teorías científicas vayan más allá de los límites de las observaciones. Sin embargo, la objetividad del proceso de descubrimiento no se garantiza solamente por las normas lógico-matemáticas explícitas aplicables a observaciones neutrales y seguras. Eso es porque las reglas explícitas y las observaciones pueden desempeñar sus funciones racionales sólo cuando están configuradas en el contexto de una serie de *presupuestos fiduciarios* (Polanyi, 1958/1962: 164). Los presupuestos fiduciarios entran acrítica y habitualmente en los conductos de la investigación. Son ellos los que exigen y guían la atención de los investigadores hacia determinado tipo de cosas que deben ser observadas; orientan los pensamientos de los investigadores y moldean sus conceptos acerca de los temas de la investigación. Son premisas falibles, revisables e implícitas en el quehacer científico. No podemos definir explícitamente sus propiedades, ni ganamos mucho haciendo un análisis de las manifestaciones físicas, movimientos y gestos

de los investigadores. Es decir, observar la conducta sería inútil para caracterizar estos presupuestos o entender su función. Al conjunto de presupuestos fiduciarios propios de un investigador, Polanyi los denomina "saber tácito". La existencia del saber tácito implica que sabemos más que lo que podemos articular explícitamente y que los seres humanos dependemos crucialmente del saber tácito tanto en las actividades cotidianas como en las investigaciones científicas. Dice Polanyi:

> Sabemos cuál es la cara de una persona, y la podemos reconocer entre miles […] Reconocemos el talante de una cara, aunque no podamos decir, más que vagamente, de dónde sacamos la conclusión que sacamos. En las universidades muchos esfuerzos a través de clases prácticas van encaminados a enseñar a los estudiantes a identificar los casos de enfermedad y especímenes de rocas, plantas y animales. Toda ciencia descriptiva estudia fisonomías que no pueden describirse en palabras, ni siquiera en imágenes […] ¿No prueba la posibilidad de enseñar esas apariencias por medio de ejercicios prácticos que podemos hablar de nuestro conocimiento de ellas? La respuesta es que sólo podemos hacerlo en la medida en que nos apoyamos en la cooperación inteligente del alumno para capturar el significado de la demostración. Cualquier definición de una palabra que denota una cosa externa debe, en última instancia, descansar en una acción de señalar la cosa en cuestión (Polanyi, 1966: 5).

La capacidad de utilizar el saber tácito, la destreza en su uso, es lo que diferencia a un especialista de un aprendiz en una práctica. En las investigaciones científicas, un especialista tiene mayor capacidad de detectar las posibles hipótesis en el proceso de descubrimiento que un investigador recién iniciado (Polanyi, 1958/1962: 30). Muchas veces, los conocimientos explícitos son dependientes de los tácitos, por ejemplo: las teorías científicas pueden ser consideradas resultado formalizado de los presupuestos implícitos. Una teoría científica ofrece no solamente las maneras explícitas de interpretar un campo estudiado, sino también las orientaciones implícitas para nuevas investigaciones, tanto en el mismo campo estudiado como en otros campos no

estudiados. Si un científico no ha asimilado la dimensión implícita de una teoría, lo único que puede hacer son ciertos ejercicios deductivos restringidos por las formulaciones explícitas de esta teoría, y tendrá poca capacidad de tomarla como instrumento o marco para la generación de explicaciones e hipótesis valiosas.

La introducción del concepto de saber tácito en una filosofía de la ciencia implica que ésta tiene que tomar las prácticas como recurso explicativo para entender la estructura y dinámica de las investigaciones científicas, *ya que los elementos cognitivos que conforman el conocimiento tácito deben verse como constitutivos de prácticas*. La destreza en el uso de un instrumento, por ejemplo, sólo se valúa como destreza en el contexto de una práctica en la que esa destreza es un recurso orientado a fines propios de la práctica. Es claro que la única manera que tenemos de avanzar en nuestro entendimiento de cómo el conocimiento tácito se articula en prácticas es a través de estudios empíricos y psicológicos. El mismo Polanyi explora este tema mediante la psicología Gestalt y la psicología de la vida cotidiana (*Folk-psychology*) que dominaban la psicología de su época (véase Polanyi y Grene, 1969).[8] Según Polanyi, el conocimiento tácito opera en los marcos intelectuales de un científico mediante procesos de integración de indicios fenoménicos que permiten la formulación de la experiencia tanto en los actos de percepción como en las conductas de investigación que, podemos agregar, se sistematizan en prácticas. El proceso de integración se realiza mediante dos pasos: la sensibilidad subsidiaria (*subsidiary awareness*) y la sensibilidad focal (*focal awareness*). En el primer paso el sujeto se forma una imagen sensorial a partir de una observación, sin que esa observación pueda reducirse a datos claramente definidos que sirvan como evidencia. Por ejemplo, podemos reconocer a una persona por los rasgos de su rostro sin que podamos hacer explícitos los rasgos que nos permiten reconocerla. El segundo paso permite que el sujeto se enfoque en

[8] Una de las primeras reacciones a *Personal Knowledge* (1958/1962) acusaba a Polanyi de tomar la estrategia intuicionista para especular sobre los procedimientos tácitos (Grünbaum, 1961). El desarrollo de las ciencias cognitivas ha ofrecido nuevas oportunidades para estudiar empíricamente la naturaleza del conocimiento tácito, *e.g.*, Reber, 1993; Berry y Dienes, 1993, y Nersessian, 2008b.

un objeto tomando los diferentes rasgos como parte de un todo único. Cuando enfocamos nuestra atención en un objeto particular presuponemos muchas cosas pertinentes del entorno que no atendemos directamente en el momento, pero que funcionan como indicios sugerentes de la manera en que el objeto al que estamos poniendo atención aparece a nuestros sentidos (Polanyi y Grene, 1969: 125). El saber como proceso cognitivo puede caracterizarse por tres componentes (la triada del conocimiento tácito): el saber tácito consiste en que las cosas subsidiarias (B) ofrecen un enfoque (C) en virtud de una integración operada por un sujeto (A) (76).

Una epistemología tradicional de la ciencia intenta eliminar las tareas subsidiarias (B) que son parte del proceso de enfocar la atención (C) por el sujeto (A), mediante una reducción a tareas explícitas. Esto es, si la información perceptual y los conceptos pertinentes pueden ser clara y explícitamente identificados, entonces los elementos subsidiarios (B) pueden ser eliminados de los procesos de conocimiento y, de esa manera, los factores psicológicos pueden ser separados de la triada que según Polanyi constituye el saber tácito. Sin embargo, el carácter implícito de la sensación subsidiaria no es formalizable *so pena* de perder de vista el papel que desempeña en el proceso psicológico que subyace al saber. Es posible que, si le damos suficiente tiempo a un sujeto, pueda identificar de manera explícita los caracteres específicos de un rostro. Sin embargo, durante ese proceso, el sujeto ya realizó un cambio de su atención desde la sensación subsidiaria a la sensación focal de los fenómenos involucrados. Esto es, cuando este sujeto reflexiona sobre, y articula explícitamente, sus sensaciones subsidiarias anteriores para una sensación focal, está aplicando nuevas sensaciones subsidiarias para el enfoque de su nueva actividad. De tal manera, las percepciones subsidiarias nunca pueden ser eliminadas en los procesos constituyentes del conocer.[9]

[9] Nótese que también la articulación explícita de cuáles son los rasgos que permiten el reconocimiento de la cara requiere representaciones de esos rasgos, que tienen que ser parte de un lenguaje socialmente reconocido de rasgos faciales. Los rasgos faciales no existen en un mundo platónico. Ese lenguaje compartido requeriría de otros elementos subsidiarios, que tal vez no deberíamos asociar con sensaciones, pero en todo caso serían parte implícita de la estructura del lenguaje

Según Polanyi (1958/1962: 95), debido al carácter tácito de nuestro conocimiento no somos capaces de dar cuenta de todo lo que sabemos, pero tampoco podemos saber del todo cuáles son las implicaciones de lo que decimos, puesto que el significado tiene también una importante dimensión tácita. Para poder alcanzar el conocimiento, Polanyi requiere un mecanismo crítico establecido social e institucionalmente que garantice evaluaciones intersubjetivas de los conocimientos personales. Como el conocimiento personal y tácito de un científico se construye en el seno de la tradición a la que pertenece, es importante que una institución científica no solamente proteja y promueva la libertad de investigación de los científicos individuales, la libertad que posibilita el intercambio entre los miembros de diferentes tradiciones, sino que también debe establecer criterios intersubjetivos para superar la homogenización de una tradición, la tendencia a determinar una sola manera de representar posibles maneras alternativas de resolver un problema. La heterogeneidad de representaciones y explicaciones en la ciencia es un bien que debe preservarse, no eliminarse como lo sugieren aquellos que anhelan una ciencia homogeneizada.

5. La relevancia de la historia para una evaluación del AIP

Desde diferentes perspectivas, los estudios de Neurath, Fleck y Polanyi muestran que una epistemología adecuada del conocimiento científico va más allá de modelar estructuras lógicas de relaciones entre teorías y datos observacionales. Aún más, todos ellos apuntan a que entender la ciencia requiere tomar en cuenta recursos heterogéneos implícitos en las prácticas y que incluso si uno a uno fueran formalizables, su formalización no ayudaría a

---

en el cual se expresarían explícitamente los rasgos en cuestión. La epistemología de Polanyi, influida por planteamientos de su tiempo, se centraba de manera excesiva en la relación entre percepción y conocimiento, y de esa manera es un ejemplo de una epistemología individualista, pero como muestra este ejemplo, no es difícil replantear sus tesis centrales en un tipo de epistemología científica más amplia que reconozca la importancia de la dimensión social del conocimiento, incluso en el nivel de lo que Polanyi llama "saber personal" (Polanyi, 1958/1962; 1964; 1966).

entender su capacidad de apoyar los procesos a través de los cuales la ciencia avanza. Una formalización de factores implícitos en prácticas puede ser útil para ver ciertos aspectos importantes posteriores al proceso de generación de conocimiento, pero esa formalización no es útil ni pertinente para entender la dinámica de los procesos que de hecho van conformando el avance del conocimiento.

Es claro, entonces, que estos estudios rechazan tanto la premisa *b* como la conclusión del AIP en la filosofía de la ciencia y, por lo tanto, son intentos pioneros de una filosofía de las prácticas científicas en la primera mitad del siglo XX. No era nuestro propósito exponer aquí sistemáticamente las teorías de Neurath, Fleck y Polanyi. Nos ha interesado recalcar el hecho de que sus argumentos están en favor de que hay algo más que las normas formalmente expresables de la relación entre evidencia y teoría, que pueden y deben ser tomadas como recursos explicativos para modelar la epistemología del conocimiento científico.

3. El problema del relativismo extremo en el contexto de una filosofía de las prácticas

Como vimos en el capítulo anterior, una filosofía de la ciencia centrada en prácticas, tal y como ha sido promovida desde diferentes perspectivas por Neurath, Fleck, Polanyi y muchos otros autores posteriormente, se toma en serio el papel de los factores sociales para dar cuenta del tipo de objetividad y de conocimiento que produce la ciencia. Sin embargo, el uso de factores sociales para explicar la manera en que las prácticas científicas generan conocimiento también abre la puerta a un relativismo radical, que no sólo rechaza la premisa AIP-*b*, como lo hacen Neurath, Fleck y Polanyi, sino que también niega la premisa AIP-*a*, con lo que la filosofía de la ciencia dejaría de tener mucho que decir respecto de la pregunta de qué es la ciencia. En todo caso, sería una tarea para antropólogos o sociólogos. Muchos sociólogos de la ciencia han llegado a este tipo de conclusión (véase, por ejemplo, Pickering, 1992). Según este tipo de argumento las estructuras normativas epistémicas que la premisa AIP-*a* considera como la tarea principal de la filosofía de la ciencia se reducen a normas sociales, explicables en términos de causas sociales.

El propósito principal de este capítulo es reflexionar sobre este tipo de argumento.[10] Veremos primero cómo la filosofía de la ciencia y la sociología de la ciencia han desarrollado en la segunda mitad del siglo XX una serie de argumentos que no sólo cuestionan

[10] Maneras alternativas de enfocar el problema de la normatividad en relación con prácticas científicas puede encontrarse en Guillaumin (2011) y Rouse (2003).

la premisa AIP-*b* sino también la premisa AIP-*a*. Luego argumentamos que es posible preservar la dimensión normativa epistémica de la ciencia como un aspecto irreducible a causas sociales. No obstante, esta dimensión normativa tiene una explicación naturalista.

1. Las reflexiones dentro de la filosofía de la ciencia

Desde la segunda mitad del siglo XX, la imagen de la objetividad científica que sostenía el empirismo lógico ha sido seriamente cuestionada desde diferentes perspectivas. Uno de los cuestionamientos más celebrados proviene de la crítica de Quine (1951/1953) a la distinción analítico/sintético. Según esta crítica, incluso la normatividad de las reglas formales debería tener un origen empírico, por lo que dar cuenta del origen de esas reglas exige estudios más allá de lo que puede establecerse a partir de conceptos *a priori*. Esto va en la misma dirección a la que apuntan las dudas respecto de la existencia de observaciones neutrales que sugirieron Neurath, Fleck, Hanson y Polanyi, y que muchas veces se formulan en términos de la tesis de que toda observación está cargada de teoría. Según Hanson:

> la observación de *x* está moldeada por el conocimiento previo de *x*. El lenguaje o las notaciones usadas para expresar lo que conocemos, sin las cuales habría muy poco de lo que pudiéramos decir que es conocimiento, ejercen también influencias sobre las observaciones (Hanson, 1958/1977: 84).

Eso quiere decir que la observación que los científicos hacen, de un mismo fenómeno no se determina por una base sensorial común, sino por presupuestos compartidos. Como consecuencia, los científicos que vienen de diferentes tradiciones teóricas pueden llegar a diferentes observaciones en relación con un mismo fenómeno. Pero si la evidencia empírica que apoya una teoría está cargada teóricamente, tendría que entenderse que la objetividad de esta teoría moldeada por aquellos factores que implícitamente enmarcan nuestra manera de entender la teoría.

Otro tipo de cuestionamiento de la noción de objetividad tradicional proviene de la historia de la ciencia. Los estudios históricos de mediados del siglo XX sugieren que la imagen de la objetividad del conocimiento científico que asumía la filosofía tradicional de la ciencia es una idealización demasiado simplista, porque el desarrollo del conocimiento científico manifestado en estos estudios históricos no es explicable por metodologías que se restringen a formular, si bien de diferentes maneras, la supuesta relación formal que existe entre teoría y evidencia. El estudio más influyente es *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn (1962). Según Kuhn, en las investigaciones científicas se distinguen dos estados: el estado normal y el estado extraordinario. La ciencia normal está estrictamente controlada por un paradigma, que determina el contenido, el propósito y el método de una investigación. Las investigaciones en la ciencia normal articulan y extienden el paradigma mediante la resolución de problemas o acertijos que utilizan patrones de soluciones (o en el lenguaje de Kuhn, soluciones ejemplares) establecidas con anterioridad. Estas actividades propias de la ciencia normal no responden a la metodología falsacionista popperiana, ni a una metodología inductivista, porque la resolución de acertijos depende de cómo los investigadores perciban y apliquen esos patrones o ejemplares, cosa que no puede ser especificada por un único conjunto de reglas metodológicas universalmente aplicables en todas las investigaciones de la ciencia normal. La ciencia normal responde a normas y estándares que se encuentran implícitos en los patrones o ejemplares aceptados por una comunidad.

En periodos de ciencia extraordinaria los paradigmas pierden fuerza como guías y pautas evaluadoras (que se apoyan en los patrones o ejemplares que hasta entonces han sido compartidos por los miembros de la comunidad de ciencia normal) y se empiezan a considerar propuestas alternativas. Cuando una propuesta alternativa planteada por un grupo de investigadores innovadores, generalmente más jóvenes que los conservadores, ha sido aceptada como nuevo paradigma, se ha completado una revolución. Lo importante para nosotros es recalcar que el cambio de paradigma, según Kuhn, no se realiza mediante la evaluación

epistémica de los diferentes tipos de evidencia que apoyan las propuestas teóricas en competencia. Los recursos empíricos y lógicos no son suficientes para resolver racionalmente el debate interparadigmático. Ahora bien, esta preocupante consecuencia del modelo de la ciencia de Kuhn se deriva del supuesto de que las normas que desempeñan un papel en la evaluación de los diferentes paradigmas (las normas que guían la investigación científica) son únicamente normas epistémicas en el sentido estrecho que reduce la fuerza normativa epistémica a las relaciones lógicas y matemáticas que pueden establecerse entre la evidencia y las teorías en competencia. Es este supuesto lo que nos lleva a la conclusión de que la decisión entre paradigmas es no racional. Pero esto sólo se sigue a partir de una noción estrecha de norma epistémica o, en todo caso, de norma racional.

En la medida en que se reconocen normas epistémicas que no responden a la premisa AIP-*b*, que serían normas epistémicas en un sentido amplio donde se concede que la fuerza normativa va más allá de las relaciones lógicas y matemáticas entre evidencia y teoría, entonces podemos dejar de lado esas objeciones.

2. El relativismo epistémico extremo en la sociología de la ciencia

La sociología de la ciencia antes de los años setenta del siglo XX, encabezada por Karl Mannheim y Robert Merton, daba por sentada la visión tradicional de la ciencia basada en la distinción tajante entre el contexto de justificación y el contexto de descubrimiento y, por tanto, asumía una distinción tajante entre la filosofía y la sociología de la ciencia. La primera se dedica a los problemas internos del contenido intelectual de la ciencia, y en particular a la forma en que las teorías se estructuran conceptualmente y se evalúan racionalmente a partir de criterios objetivos (el ámbito epistémico). La segunda se dedica a estudiar el impacto de los factores externos (en ese proceso epistémico) en el desarrollo social de la ciencia. La sociología de la ciencia después de los años setenta del siglo pasado intentó superar esta

dicotomía interno/externo y trató de utilizar los recursos sociológicos para estudiar el contenido del conocimiento científico. Por ejemplo, el famoso "programa fuerte" defendido por David Bloor (1976/1991) y por la Escuela de Edimburgo sostenía que la sociología de la ciencia: 1) debería ser causal, esto es, debería preocuparse por articular las condiciones que suscitan creencias o estados de conocimiento; 2) debería ser imparcial respecto de la verdad y la falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito y el fracaso; 3) debería ser simétrica en sus estilos de explicación, en el sentido de que los mismos tipos de causa deberían explicar las creencias verdaderas y las falsas; y 4) debería ser reflexiva, esto es, sus patrones de explicación tendrían que ser aplicados a la propia sociología. Al mismo tiempo, aparecieron varios estudios empíricos que hacían ver cómo los factores sociales, tales como tipos de intereses, o la cohesión y diferencia institucional, contribuían a la construcción del conocimiento científico. Estos estudios utilizaban diferentes métodos, que iban desde los métodos clásicos de la sociología hasta los antropológicos y etnometodológicos, y tomaban como objetos de estudio las controversias, las representaciones, los laboratorios y los recursos retóricos en las investigaciones científicas (*e.g.*, Dean, 1979; Harvey, 1980; MacKenzie y Barnes, 1979; Shapin, 1975; Shapin y Schaffer, 1985; Pickering, 1984; y otros).[11]

Otra manera de articular el espíritu de los proyectos sociológicos es clasificarlos como constructivistas sociales. Como observa Sismondo, en este contexto el término de "constructivismo social" proporciona tres importantes supuestos o recordatorios: el primero es que la ciencia y la tecnología son procesos sociales; el segundo está sugerido por la metáfora de la construcción, nos

[11] Como señala Javier Echeverría, el término "la sociología del conocimiento científico" (Sociology of Scientific Knowledge, SSK) se refiere a diferentes corrientes de la sociología de la ciencia posmertoniana además del programa fuerte, incluido el programa empírico del relativismo, a algunas versiones del constructivismo social, a la etnometodología, a los estudios de ciencia y género y a otras aportaciones (Echeverría, 1999: 274). Usamos aquí el término en un sentido amplio para hacer referencia también a corrientes transdisciplinarias como los estudios de la ciencia y la tecnología (Science and Technology Studies) y ciencia, tecnología y sociedad (Science, Technology and Society).

recuerda que esos factores sociales juegan un papel activo en la generación de conocimiento y, finalmente, hablar de construcción nos recuerda que la ciencia y la tecnología no son una ruta directa de la naturaleza a las teorías acerca de ella. Los productos científico-tecnológicos no son "naturales" (Sismondo, 2010: 57).

Estos estudios rechazan directamente la premisa AIP-*b*, sin embargo, no apoyan necesariamente una filosofía de las prácticas científicas y, más aún, muchas veces apuntan a la irrelevancia de la filosofía de la ciencia. En la medida en que asumen una idea tradicional sobre el alcance de la epistemología, también rechazan la premisa AIP-*a*. Este tipo de versión radical de la sociología del conocimiento reduce el problema sobre qué es el conocimiento científico a creencias aceptadas como conocimiento en una comunidad. Esto presupone que las causas sociales explican todo tipo de normas y, por lo tanto, parece seguirse como consecuencia un relativismo epistémico extremo para el que no existen criterios objetivos que sirvan de base a discusiones racionales.

Inicialmente la sociología del conocimiento no pretendía ser radical. Como Bloor señala: "el programa fuerte nos dice que el componente social siempre está presente y que es siempre parte constitutiva del conocimiento. No nos dice que sea el único componente, o que sea el componente disparador de todo cambio" (Bloor, 1976/1991: 166).[12] No obstante, a lo largo del desarrollo de la sociología del conocimiento, la tendencia a la versión radical de la sociología del conocimiento ha tomado fuerza. Un ejemplo es la famosa afirmación de Harry M. Collins, quien sostiene que "El mundo natural tiene un papel muy pequeño o ninguno en la construcción del conocimiento científico" (Collins, 1981: 3). También afirma que esto no implica un relativismo epistémico extremo, pero no queda claro por qué no lo implica. Thomas Kuhn, por ejemplo, nos dice que los proyectos de la sociología de la ciencia encabezados por el programa fuerte han promovido la tesis de que:

[12] Otros estudios pioneros de la sociología de las ciencias que reconocen la restricción de la naturaleza sobre la ciencia, además del componente social, incluyen, por ejemplo, Mulkay (1979) y Barnes (1974).

> todo lo que se requiere para entender la ciencia es poder e intereses [...] El conocimiento científico entonces se vuelve, simplemente, las creencias del ganador. Yo estoy entre los que consideran que estas tesis del programa fuerte son absurdas: un ejemplo de deconstrucción que se ha vuelto loco (Kuhn, 1992/2000: 110).

Estas versiones radicales del programa fuerte se hacen verosímiles sobre todo porque no es claro cómo puede formularse una posición intermedia, un tipo de propuesta que reconozca la importancia de las normas epistémicas que sostienen la objetividad del conocimiento sin pretender que esas normas tengan que ser independientes del contexto (acontextuales). Una manera verosímil de hacerlo es tomar las prácticas (y sus estructuras normativas implícitas) como punto de apoyo de un tipo de epistemología social. Para hacerlo, veamos primero la distinción que hace Susan Haack entre una buena sociología de la ciencia y una mala. Una buena sociología de la ciencia reconoce, mientras una mala niega o ignora, el hecho de que la ciencia no es meramente una institución social, sino que es una institución social dedicada a la producción de creencias o prácticas con valor epistémico (Haack, 1996: 259-260). No es difícil ver que una mala sociología es, para esta autora, la que niega tanto la premisa AIP-*a* como la AIP-*b* y, por tanto, reduce los aspectos epistémicos de la ciencia a las causas sociales, para llegar finalmente a un estudio puramente sociológico de las ciencias. Una buena sociología, si bien rechaza la premisa AIP-*b*, sostiene una versión de la premisa AIP-*a*. Es decir, acepta que las prácticas son relevantes para entender la estructura y la dinámica de la ciencia; además, reconoce que la estructura normativa epistémica debe ser tomada en cuenta, si bien considera que explicar esa estructura normativa requiere entender el papel de la dimensión social de la investigación empírica. Según Haack, la estructura normativa epistémica en una buena sociología de la ciencia tiene como propósito explicar por lo menos dos cosas que son cruciales para una teoría del conocimiento científico: en qué consiste una buena evidencia para la aceptación de una teoría y en qué consiste un buen procedimiento de una investigación científica.

Para explicar la primera, el defensor del AIP toma una estrategia simplista: la evidencia para la aceptación de una teoría debe articularse a través de una relación lógica o matemática entre la evidencia E y la teoría T en cuestión. En cambio, una buena sociología de la ciencia considera que aquello que constituye evidencia puede involucrar tanto la dimensión lógica como la causal, la personal y la social.

Es importante notar que estas dimensiones no lógicas involucradas en la evaluación de la evidencia son una serie de prácticas personales y sociales, mecanismos causales entre experiencia y creencia, o bien capacidades habituales y tácitas involucradas en la manipulación de instrumentos de observación y experimentación, las restricciones sociales de una tradición científica, etcétera. Es natural pensar que una buena sociología de la ciencia puede ser parte de (o en todo caso es compatible con) una versión de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas.[13] La buena sociología de la ciencia considera que los criterios de buen procedimiento de investigación no son reducibles a reglas formales y que hay diferentes tipos de normas en las distintas prácticas; por ejemplo, diferentes maneras de someter una hipótesis a una crítica sistemática o diferentes maneras de aislar variables (Haack, 1996: 261). Un ejemplo de este tipo de sociología es la propuesta de Callon y Latour que presentamos a continuación.

3. Un ejemplo: el caso de la teoría de la red de actantes

El principio de simetría tal y como fue planteado originalmente se restringe a reconocer que los actores humanos deben formar parte de nuestras explicaciones para todo tipo de creencias.[14]

[13] La propuesta de Collin 2011 es de este tipo. Él argumenta en favor de la importancia de entender los estudios sociales de la ciencia como una manera de naturalizar la filosofía de la ciencia, pero al contrario de los iniciadores de los estudios sociales de la ciencia, considera que esta manera de verlos es compatible con la importancia de la filosofía de la ciencia como un todo irreducible a disciplinas particulares.

[14] El principio de simetría se introduce como un principio básico de una sociología, que cuestiona la asimetría tradicional en la forma en la que la sociología

Latour y Callon sugieren que lo que hay que cuestionar de fondo es la distinción artificial entre lo natural y lo social que ha servido de base al concepto tradicional de objetividad. En la medida en que se reconoce que los límites entre lo natural y lo social se construyen y se replantean constantemente, debemos dar explicaciones totalmente simétricas, en las cuales no sólo formen parte de nuestras explicaciones (o descripciones) los actores humanos, sino también los actores no humanos (como instrumentos, microbios y animales). Este tipo de agente generalizado es lo que Latour y Callon llaman "actantes". Los actantes actúan a través de redes, y son esas redes el objeto del estudio sociológico. Así, en el tipo de estudios que llevan a cabo Latour y Callon, pescadores y almejas, microbios y mecanismos hidráulicos, tienen tanta voz como la tiene un grupo de científicos o una gráfica (Latour, 1987). En la teoría de redes estos agentes heterogéneos o actantes explican la estabilidad de las asociaciones (o nodos) que a su vez explican el éxito de la ciencia-tecnología. Mientras mayor sea el número de relaciones o nodos que se formen entre estos agentes heterogéneos, más estable será una determinada red y más difícil será criticarla o desaparecerla.[15]

Dichos nodos o alianzas se establecen como consecuencia de una traducción de intereses entre los diferentes actantes. "Traducción" aquí se refiere al proceso mediante el cual una cosa representa a otra de manera tan eficaz que la voz de lo representado es efectivamente silenciada. Se trata, por supuesto, de traducciones que no son "literales", como lo ha explicado Latour en su análisis de la vacuna contra el ántrax; la "traducción" entre lo que pasaba fuera del laboratorio, en la granja del siglo XIX amenazada o infectada por el ántrax, y lo que pasaba dentro del laboratorio al que Pasteur sólo dejaba entrar un actante; el microbio no es una representación "uno a uno", en el sentido en que muchas cosas se dejaron fuera: el olor, las relaciones humanas

estudiaba la ciencia, al partir de una división del trabajo con la filosofía: la sociología estudiaba las relaciones entre científicos, mientras que la filosofía estudiaba el contenido de la ciencia. Véase, por ejemplo, el libro clásico de Bloor (1976).

[15] Una compilación importante de varios trabajos en esa corriente sociológica de la ciencia es Callon, Law y Rips, 1986.

entre los granjeros, la tierra, los veterinarios. Lo importante es que este microbio es capaz de traducir los intereses de veterinarios y granjeros y de rehacer alianzas. En última instancia, el interés de los granjeros, se "traduce" en el de Pasteur; él puede iniciar sus experimentos de vacunación en el campo francés, a través de los cuales se cambian profundamente los nodos de actantes en la sociedad.

Callon y Latour critican los programas relativistas asociados con la tesis fuerte de la simetría, como el propuesto por Harry Collins, porque según ellos se basa en el siguiente razonamiento simplista: si la naturaleza no puede determinar las decisiones de los científicos para establecer el conocimiento científico, entonces tienen que ser las causas sociales las que las determinan. Callon y Latour arguyen que este razonamiento fracasa porque si bien las premisas son correctas, de allí no se sigue la supuesta conclusión. Esto es así porque muchos aspectos constituyentes del conocimiento científico, como las condiciones materiales y tecnológicas, las capacidades cognitivas y técnicas de los científicos, etc., no son explicables exclusivamente por causas sociales (Callon y Latour, 1992: 352-356). Pero esta postura requiere tomar en serio el concepto de red de actantes como matriz explicativa de todo cambio social.

Para Latour, la sociología del conocimiento busca explicar cómo el conocimiento científico se construye socialmente. Según este autor, el tipo de construcción en cuestión se ve claramente en el caso en el que se transfiere un conocimiento del campo experimental original a un nuevo campo de aplicación. Latour observa que esta transferencia es un proceso discursivo. Los científicos que realizan esta transferencia normalmente utilizan la autoridad de los usos anteriores de este experimento en los campos originales de aplicación para aumentar la confiabilidad del resultado de esta transferencia, un aumento de confiabilidad que termina por convertirlo en un hecho científico. La apelación a la autoridad en este proceso discursivo de la construcción de los hechos es retórica, además de social, porque se espera que los créditos personales de las autoridades apeladas y de los mismos científicos aumenten en este proceso discursivo. Sin embargo, no todos los aspectos de

la transferencia de un conocimiento experimental son modelables por los procesos discursivos, porque un científico puede no aceptar la autoridad previa y realizar él mismo el experimento en un laboratorio. Asimismo, aunado a los recursos discursivos, los científicos también pueden apelar a los recursos materiales, instrumentales y tecnológicos que forman parte de la red de actantes. Todos esos recursos discursivos y no discursivos que se despliegan en la red de actantes y que se requieren para entender el proceso de desarrollo científico-tecnológico constituyen para Latour las prácticas científicas.

Esta caracterización de práctica científica ofrece la posibilidad de evitar una sociología y una filosofía de la ciencia que se reduzcan a una negociación de intereses. Sin embargo, tiene que confrontar serios problemas: primero, el requerimiento de una simetría entre los actores humanos y los no humanos es una ontología revolucionaria y ambiciosa que requiere elaborarse y explicarse. Latour está convencido de que la nueva ontología es defendible y de que su aplicación se puede extender fuera de las prácticas científicas.[16] Pero es una ontología difusa y compleja donde la dimensión histórica sigue siendo ignorada o, por lo menos, no explícitamente examinada. Según Collins, una ontología que parte del principio de simetría entra en conflicto con la importancia de consideraciones metodológicas en la manera en que las prácticas desempeñan su papel epistémico (Collins, 2010, capítulo 7). Collins y Yearley formulan un segundo problema (1992a; 1992b). Según ellos, en la nueva ontología, o bien la explicación de las redes y los actantes se hace como resultado de los conocimientos científicos y, por tanto, los factores sociales no desempeñan ya un papel explicativo

[16] Después de *Science in Action*, Latour defiende la nueva ontología, en Latour, 1993 y 1996. Posteriormente, intenta extender la nueva ontología al campo de las prácticas políticas (Latour, 2004; 2005). Más recientemente (Latour, 2013) replantea su proyecto de una manera en la que considera más seriamente la dimensión histórica del conocimiento y la manera como el desarrollo histórico de "modos de existencia" moldea las prácticas científicas. En la introducción mencionamos que este último proyecto promueve una epistemología que no cuestionaría la premisa AIP-*b* (véase capítulo anterior) y toma más en serio la importancia de las prácticas en una explicación de la estructura y la dinámica de la ciencia. Pero en este capítulo nos interesa ver la historia del proceso que lleva, desde diferentes caminos, a la idea de práctica científica con una dimensión normativo-epistémica.

crucial como lo pretende la sociología de la ciencia; o bien la explicación se hace como resultado de la interacción de los agentes sociales, por lo que la dicotomía entre lo humano y lo no humano reaparece. Al responder a esta crítica de Collins y Yearley, Callon y Latour (1992) insisten en que la explicación no debe hacerse en torno al conocimiento científico ni en torno a los agentes sociales, sino que debe considerarse en el nivel semiótico, nivel en el que las redes y los actantes se entienden como recursos semióticos para producir finalmente las inscripciones en las ciencias. Sin embargo, esta respuesta sugiere que no son las prácticas científicas sino los recursos semióticos que las sustentan lo que explica el conocimiento científico. De acuerdo con esto, si seguimos la sugerencia de Callon y Latour parece que nos alejamos de una filosofía de las prácticas y en su lugar se propone la importancia de la semiótica (en consecuencia de representaciones lingüísticas) para la caracterización de una filosofía de la ciencia que es más que sociología. Por ello, Andrew Pickering argumenta que una solución a los dos problemas anteriores de la teoría de la red de actantes requiere tomar una nueva noción de práctica. Según Pickering, la propuesta latouriana de una explicación semiótica simplemente no da justa cabida a una serie de recursos materiales y conceptuales que tienen que ser tomados en cuenta. Entre estos recursos se encuentran la construcción de instrumentos, la planeación de los experimentos, su ejecución y su interpretación (Pickering, 1992: 5).

Pickering considera que una práctica científica es una interacción entre la naturaleza material, los instrumentos científicos, los esquemas teóricos, los agentes cognitivos y sus intenciones. De tal manera, tanto recursos humanos y culturales como recursos naturales participan en esta interacción. El proceso de la práctica científica es contingente en el sentido de que, antes de realizar una investigación, su desarrollo no puede ser preestablecido de manera completa por las normas que guían su desarrollo. Un científico empieza su investigación con ciertos propósitos, instrumentos experimentales, teorías e hipótesis sobre el tema que le interesa. La mayoría de las investigaciones encuentra resistencias, es decir, aspectos temporales del proceso que no

pueden ser explicados por las teorías, hipótesis e instrumentos que posee el investigador. Cuando aparecen esas resistencias, un investigador tiene que tratar de resolverlas acomodando los resultados inesperados, las hipótesis en cuestión y los instrumentos experimentales. Así, se llega a un consenso científico a través de una serie de procesos dialécticos entre resistencias y acomodaciones (Pickering, 1995). A grandes rasgos, Pickering nos hace ver de esta manera que un modelo como el de Latour es deficiente, debido a que no tiene maneras sistemáticas de tomar en cuenta la dinámica de los procesos contingentes que constituyen una práctica científica. En la medida en que Latour sugiere que la ciencia puede entenderse como controversias que suceden en un lugar y tiempo determinados, no tiene recursos para entender la sistematicidad de la ciencia que escapa a esas manifestaciones locales. Por ello, Pickering piensa que es necesario tomar en cuenta una ontología de procesos que se alimentan de sucesos contingentes en el entorno.

Simplificando, Latour y Callon sugieren que el papel de la historia se reduce a abrir y cerrar cajas negras, y que en última instancia la historia no es más que un registro de las diferentes alianzas y nodos que se suceden en el tiempo. Las explicaciones se dan dentro de la red de actantes.[17] Algo que falta en este tipo de propuesta es precisamente dar cuenta del papel de normas de muy diverso tipo que no se reducen a intereses de "actantes"; normas que de alguna forma representan, entre otras cosas, lo objetivo de la historia y de la estructura causal del mundo, sin pretender que esas normas sean acontextuales o ahistóricas.

4. Las prácticas tomadas en serio

Pickering se lamentaba hace veinte años (véase Pickering, 1995) de que el entendimiento de las ciencias centrado en prácticas no haya sido tomado en serio por la filosofía de la ciencia ni por los

[17] Para una crítica a fondo de este tipo de propuesta puede consultarse el capítulo 7 de Martínez y Suárez, 2008.

estudios sociales de las ciencias. Hoy las prácticas son un tema central en los estudios sociales de la ciencia, pero en la filosofía de la ciencia el estudio de las prácticas científicas está menos desarrollado.

La preocupación central de los filósofos han sido casi siempre los productos de la ciencia, especialmente el conocimiento científico; por ejemplo, durante la mayor parte del siglo XX la filosofía anglosajona de la ciencia giró en torno a cuestiones relativas a teorías científicas y hechos, y a la relación entre los dos. Esto nos lleva de vuelta a un tema de este capítulo: los estudios empíricos de la ciencia, y sobre todo la sociología de la ciencia, sugieren que la filosofía de la ciencia ha dejado de tener la capacidad de explicar la ciencia en la medida en que deja sin explicar la complejidad de la estructura normativa de las prácticas. Pero esto es así sólo si se pretende que la filosofía de la ciencia sea exclusivamente un estudio de teorías y su relación con la evidencia,que puede caracterizarse independientemente de las prácticas, esto es, si se infiere del rechazo de la premisa AIP-*b* un rechazo de la premisa AIP-*a*. Sin embargo, una filosofía de la ciencia que se tome en serio el papel constructivo de las prácticas en relación con el conocimiento no sería irrelevante una vez que se niegue dicha inferencia.

Ahora bien, es posible reconocer la importancia del estudio de las prácticas científicas para un estudio filosófico de la ciencia desde perspectivas que no se agotan en un modelo sociológico; entonces muchos problemas clásicos de la filosofía de la ciencia pueden abordarse de una manera diferente y más fructífera. Por ejemplo, podemos ver de manera muy diferente la historiografía de Thomas Kuhn. Joseph Rouse (2003) señala que una interpretación de la imagen kuhniana consiste en tomar a la ciencia como construcción y evaluación de teorías para representar el mundo. Bajo esta interpretación, la imagen kuhniana de la ciencia, que Rouse llama Kuhn_2, puede ser caracterizada por los siguientes siete puntos: a) la ciencia requiere siempre ciertos presupuestos teóricos que no pueden ser justificados de manera independiente; b) no existen observaciones neutrales con respecto de las teorías; c) tanto las teorías como las observaciones se modifican radicalmente, de manera

que el conocimiento científico no es acumulativo; d) el lenguaje de las teorías científicas no es preciso; e) los significados de los conceptos científicos no se determinan mediante sus correspondencias con los datos observacionales, sino por lo menos parcialmente con el lugar que ocupan en estructuras teóricas; f) las teorías científicas no se prueban directamente a partir de evidencia empírica, su evaluación es el resultado de una comparación con teorías rivales; g) no existe una distinción tajante entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación, en el sentido de que un aspecto importante de la justificación de teorías reside en su capacidad de conducir a nuevos descubrimientos y de que un aspecto importante del descubrimiento es la justificación de las alternativas que se toman en serio.

En la medida que se rechaza el concepto tradicional de objetividad científica que sostiene la filosofía positivista de la ciencia, se sugiere una imagen de la ciencia de acuerdo con la cual la justificación de teorías no es independiente de los supuestos teóricos de un paradigma, lo que hace difícil evitar una conclusión relativista e irracionalista. Sin embargo, Rouse arguye que Kuhn puede ser interpretado de otra manera: en lugar de considerar que las investigaciones científicas giran alrededor de la representación y la observación del mundo, es mejor considerar que giran alrededor de la manipulación y la intervención. Esta nueva interpretación de Kuhn, que Rouse llama Kuhn_1, requiere reinterpretar los siete puntos anteriores tomando las prácticas y no los aspectos teóricos como punto de partida: a) los presupuestos de las investigaciones científicas no pueden hacerse completamente explícitos en representaciones teóricas, porque en buena parte tienen que considerarse atrincherados en las habilidades y técnicas de los investigadores, así como en las condiciones materiales de su investigación; b) la observación científica tiene que ver con la capacidad cognitiva de los científicos de poner la atención en lo que debe ser observado, capacidad que es influida por consideraciones prácticas y por las habilidades de un observador; c) los conocimientos anteriores que los científicos toman como punto confiable de partida no son acumulativos y son modificados por el contexto material, el contexto educativo y otro tipo de contextos propios del ámbi-

to en el cual se despliegan esas habilidades; d) el idioma de las teorías científicas puede ser preciso, pero eso contribuye sólo parcialmente al entendimiento que los científicos tienen del mundo; e) el significado de lo que dice un científico está determinado parcialmente por las prácticas en las que está involucrado; f) los científicos normalmente no ponen a prueba las teorías, sino que las usan. El uso de teorías ofrece oportunidades para encontrar nuevos fenómenos y refinar estas teorías; g) el descubrimiento y la justificación no son actividades separadas, sino diferentes aspectos de la misma actividad: la investigación.

Esta imagen de la ciencia, $Kuhn_1$, toma los aspectos prácticos y teóricos como recursos explicativos para entender la naturaleza de las investigaciones científicas. Una vez que se abandona la estrategia puramente teórica que adopta $Kuhn_2$, la interpretación $Kuhn_1$ es capaz de evitar las consecuencias relativistas e irracionalistas, porque los recursos no teóricos que desempeñan un papel en el tipo de entendimiento que genera la ciencia hacen posible entender cómo las normas y los estándares de diferente tipo que entran a formar parte de las investigaciones son localmente establecidos de manera no arbitraria y no subjetivista.

La interpretación $Kuhn_1$, que propone Rouse adopta la intervención y la manipulación como recursos explicativos para entender la ciencia. Esta idea es central en las diferentes propuestas de filósofos de la ciencia que se toman en serio las prácticas. Por ejemplo, Ian Hacking (1983/1996), y Nancy Cartwright (1983) proponen un realismo científico a partir de incluir entre los recursos del realismo la manipulación y la intervención de los científicos en las observaciones y los experimentos. La idea de fondo es que si bien los científicos no tienen razones para pensar que las teorías generales corresponden a la realidad, sí podrían tener razones para afirmar que ciertas entidades son reales, mediante la manipulación de objetos, fenómenos e instrumentos. La atención puesta en la manipulación y la intervención, en Hacking (1983), también revela interesantes aspectos de la naturaleza de la observación. En la filosofía tradicional de la ciencia la observación sirve para verificar o contrastar las teorías científicas con datos de la experiencia. El estudio de Hacking es el inicio de una manera de replantearse la

categoría epistémica de observación en la medida en que sugiere que la observación también desempeña otros papeles epistémicos detectables sólo cuando se le toma como una actividad de intervención y manipulación, papeles como la creación de fenómenos, la medición, etcétera. David Gooding (1990) usa esta idea de Hacking para defender que las observaciones científicas no son puramente pasivas y descriptivas, sino activas y con capacidad explicativa.

Una reinterpretación de Kuhn a la manera que propone Rouse claramente pone los trabajos de Kuhn en un camino que podemos rastrear desde Neurath, Fleck y Polanyi pasando por filósofos como Hacking (1983/1996), Cartwright (1983), Gooding *et al.* (1989), hasta trabajos más recientes como Echeverría y Álvarez (2011), Radder (2003; 2006), Baird (2004), Nersessian (2008b) y muchos más. Las diferentes propuestas tienen en común el reconocimiento de que la ciencia en mayor o menor grado no puede explicarse de manera epistémicamente satisfactoria sólo tomando en cuenta sus teorías más elaboradas y los modelos de esas teorías.

4. La racionalidad científica corporeizada en la estructura de las prácticas

Como hemos visto, AIP-*b* afirma que la estructura normativa epistémica en la ciencia debe reducirse a normas que nos permitan juzgar de manera objetiva y racional la relación que hay entre ciertos datos considerados evidencia y una teoría. En el capítulo 3 argumentamos que, contrario a lo que concluyeron ciertos sociólogos de la ciencia, un rechazo de la noción tradicional de la epistemología de la ciencia ejemplificada por AIP-*b* no debe conducir al rechazo de la legitimidad de los estudios epistemológicos en la filosofía de la ciencia en AIP-*a*.

En la sección 3.4., sugerimos que una filosofía de la ciencia centrada en prácticas nos ofrecería una mejor manera de plantear estos estudios epistemológicos. Esto requiere, sin embargo, elaborar varios aspectos de la propuesta. De manera importante, una filosofía de la ciencia centrada en prácticas exige una nueva noción de la racionalidad (y de la objetividad) de la ciencia que mantenga el propósito epistémico de AIP-*a*, pero adopte un modelo de la racionalidad cuya base vaya más allá de la relación epistémica entre evidencia y teoría, y tome en cuenta el papel de los diferentes tipos de normas y estándares implícitos en las prácticas. En la primera sección de este capítulo, veremos cómo el historicismo en la filosofía de la ciencia ha tendido a abandonar la idea de que la racionalidad científica consiste en la aplicación de principios lógicos de razonamiento, pero también la idea misma de que la racionalidad es un aspecto importante de cualquier explicación filosófica de cómo crece el

conocimiento. Este desprecio hacia las complejidades de la racionalidad científica ha llevado a muchos filósofos de la ciencia a pensar que el único concepto de racionalidad pertinente es el de racionalidad instrumental. En la segunda sección, argumentamos que, desde la perspectiva de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas, el historicismo no implica un rechazo a la importancia del tema de la racionalidad en la ciencia y en particular nos lleva a reconocer que la racionalidad instrumental es sólo una versión o dimensión de la racionalidad científica. En la misma segunda sección sugerimos entender la racionalidad científica partiendo de la existencia de prácticas científicas como estructuras normativas. En la tercera, presentamos ejemplos de cómo la racionalidad científica puede verse a través de prácticas científicas concretas que no se entienden desde una perspectiva que considera a la ciencia caracterizada por meros modelos de teorías. Y en la cuarta sección enfilamos los diferentes ejemplos y reflexiones desarrollados en las secciones anteriores para sugerir cómo podemos hablar de una racionalidad que se desarrolla a través de las estructuras normativas implícitas en las prácticas.

1. La crisis de racionalidad en la filosofía de la ciencia

En la introducción de su libro *Representar e intervenir*, Hacking (1983/1996) nos muestra cómo el enfoque historicista en la segunda mitad del siglo XX llevó a un replanteamiento de la noción estática de racionalidad científica caracterizada en AIP-*b*. Hacking ejemplifica esta noción estática de racionalidad con las ideas de Carnap y Popper, los dos principales filósofos de la ciencia durante buena parte del siglo XX. A pesar de sus diferencias, ambos filósofos consideran que la física es el paradigma de la actividad racional y de un conjunto de conocimiento científico. Ellos tenían diferencias respecto de cómo elaborar esta idea. Popper pensaba que la mejor manera era hacer ver cómo la física y la ciencia en general eran el resultado de seguir un cierto método (el método de conjeturas y refutaciones). Carnap pensaba que la mejor manera de mostrar cómo se desplegaba la racionalidad

humana en la ciencia era tratando de entender la estructura lógica del lenguaje científico. Compartían, sin embargo, el supuesto de que había una diferencia epistemológica fundamental entre el contexto de descubrimiento y el de justificación. Para Carnap y Popper, como para la gran mayoría de filósofos de la ciencia de ese tiempo, la filosofía de la ciencia estudiaba el contexto de justificación de la ciencia, y ese contexto podía articularse independientemente de la forma como históricamente la teoría científica en cuestión había llegado a configurarse.

Como Hacking nos cuenta la historia, la irrupción del historicismo en la filosofía de la ciencia dejó claro que la aceptación de teorías muchas veces requería tomar en cuenta el contexto de descubrimiento, es decir, el contexto social y psicológico en el que se generan las teorías. En otras palabras, el historicismo asociado con la nueva filosofía de la ciencia deja claro que el contexto de descubrimiento incide en la forma en que se justifican las teorías. La justificación que los científicos daban de sus teorías muchas veces parecía arrastrar temas y modos de ver las cosas que eran fácilmente identificables como parte de su particular situación histórica o personal. Los historiadores hicieron ver también que las decisiones de los científicos respecto de qué teoría seguir no parecían estar guiadas por un método definido ni por una "lógica de la confirmación". Todo esto generó una crisis.

Si se asumen los supuestos sobre los que se asienta esta "crisis de la racionalidad", el diagnóstico y tratamiento posterior de la crisis es predecible: un cuestionamiento de la pertinencia epistemológica de la distinción tajante entre descubrimiento y justificación lleva de manera natural a un cuestionamiento de la racionalidad misma de la ciencia. La racionalidad de la ciencia siempre se ha asociado al modo en que, a diferencia de otros tipos de conocimiento, la labor científica se sustenta sobre evidencia y razonamiento que no dependen de cuestiones subjetivas. En la medida en que se cuestiona el alcance de la diferencia entre ambos contextos y se reconoce una importante interacción entre ellos, esos contextos se cuestionan los conceptos de evidencia objetiva y de razonamiento basado en evidencia sobre los que se ha apoyado la supuesta racionalidad de la ciencia.

Así, siguiendo este cuestionamiento, en los estudios empíricos de la ciencia, sobre todo en los estudios sociales de la ciencia, como hemos visto en el capítulo anterior, se ha tendido a negar que haya algo distintivamente racional que diferencie la ciencia de otro tipo de creencias. Muchos filósofos de la ciencia han respondido aceptando que no hay un tipo de racionalidad distintivo de la ciencia; la racionalidad científica no es más que una racionalidad instrumental que busca acoplar medios con fines. Lo distintivo de la ciencia, se piensa, reside en el tipo de fines que persigue, los cuales, en este caso, se considera que son epistémicos. Los fines epistémicos son lo que da unidad y coherencia racional a la empresa científica. Los diferentes filósofos que promueven este tipo de propuesta difieren respecto de cuáles son esos fines epistémicos.

Hay quienes piensan que el fin es la resolución de problemas; otros, que es la búsqueda de la verdad o el conocimiento de la estructura causal del mundo; pero hoy, entre los filósofos de la ciencia es muy común pensar que es en términos de fines como debe entenderse la unidad de la ciencia y su estructura epistemológica. Dudley Shapere, Ronald Giere, Larry Laudan y Philip Kitcher son algunos de los autores contemporáneos que siguen este tipo de planteamiento. Su propuesta va acompañada de una concepción instrumentalista de la racionalidad de agentes individuales, que generalmente se implementa como modelo de racionalidad científica por medio del supuesto de que existen mecanismos del tipo de la "mano invisible" los cuales explican cómo esta búsqueda de acoplamiento entre medios y fines individuales lleva a la coordinación espontánea de la acción social y, por lo tanto, a un modelo de cómo la ciencia se estructura socialmente.

Por otro lado, están los filósofos historicistas, como Kuhn, Feyerabend y Hacking, quienes (por lo menos en algunas de las maneras en las que se les lee) piensan que el tema de la racionalidad no es un tema sobre el que valga la pena seguir discutiendo y que, en la medida en que no podemos considerar a la ciencia relacionada por fines últimos, tampoco podemos identificar una clase de buenas razones privilegiadas que serviría de base para distin-

guir entre teorías. Para alguien como Feyerabend o Hacking, hay muchos estilos de articular lo que se consideran buenas razones, y eso es todo. No hay una noción normativa única de racionalidad que sirva de guía para articular una pretendida unidad de la ciencia y, por lo menos implícitamente, se rechaza la idea de que un mecanismo de "mano invisible" permita explicar mucho de cómo se llega a identificar y a evaluar lo que se consideran buenas y malas razones. Como hemos visto en el capítulo anterior, el rechazo de una noción normativa de racionalidad universal tiende a conducir a un rechazo de AIP-*a*.

Ahora bien, si se asume que la ciencia es esencialmente un conjunto de teorías que se aceptan o rechazan a partir de un análisis de la evidencia disponible, como lo hace AIP-*b*, entonces el problema lleva a una de las dos posibles respuestas esbozadas antes: o la racionalidad se asocia con una estructura de medios y fines, y se privilegian ciertos fines; o bien se llega a sostener algún tipo de relativismo que considera que la racionalidad de la ciencia, en última instancia, sólo puede caracterizarse como una descripción de maneras de proceder históricamente identificables, pero no epistémicamente privilegiadas. Pero este dilema es un artefacto de AIP-*b* que presupone que la racionalidad de la ciencia tiene que darse en la relación entre evidencia y teorías. Se suele pensar que hay estándares epistémicos de aplicación universal –por ejemplo, criterios aceptables para toda persona, tiempo y lugar para decidir entre métodos o teorías– o bien, tenemos que aceptar que la estructura y la dinámica de los estándares científicos sólo es explicable causalmente y que la pregunta acerca de la aceptabilidad de un sistema de creencias sobre otro carece de sentido, más allá de lo que la explicación causal puede ofrecernos. Éste es un supuesto cuestionable. Sin embargo, si como ya Neurath, Fleck y Polanyi lo recalcaban, la ciencia como una empresa racional no puede entenderse haciendo abstracción de todo ese complejo de actividades humanas que se estructuran en prácticas científicas y en instituciones de diverso tipo, entonces el problema de la racionalidad de la ciencia puede replantearse de maneras que evadan la dicotomía mencionada.

2. Hacia un replanteamiento del problema de la racionalidad

En esta sección ofrecemos primero una razón para rechazar esta dicotomía entre la racionalidad instrumentalista y la postura historicista que niega AIP-*a*: la postura historicista no necesariamente implica una negación de AIP-*a*, por lo que no implica que la racionalidad sea irrelevante. Después, argüimos que la racionalidad instrumentalista es una caracterización demasiado idealizada como para modelar la racionalidad científica tal y como lo requiere la práctica científica, en particular porque los criterios de racionalidad no se limitan a la manera como pueden modelarse las relaciones evidencia-teoría.

Primero analizaremos por qué la postura historicista no necesariamente lleva a la negación de AIP-*a*. Como se vio en el capítulo anterior, el relativismo epistémico extremo, que recurre al rechazo de AIP-*a*, niega que algún concepto de norma epistémica o de racionalidad se requiera para dar una explicación de cómo crece el conocimiento científico. Este enfoque puede caracterizarse positivamente, y de manera más específica, por su convicción implícita (hecha explícita a veces) de que todas las creencias están en pie de igualdad respecto de sus causas (sociológicamente articulables) y de que esas causas son todo lo que es pertinente estudiar para formular y resolver cualquier pregunta interesante acerca de la naturaleza, la estructura y la dinámica de la ciencia. En este sentido, los "sociólogos" son la contrapartida de los "epistemólogos tradicionales", tan criticados en los estudios sociales de la ciencia. Estos últimos piensan que el estudio de la ciencia tiene su punto de apoyo en su carácter distintivamente epistémico individualista, mientras que para los primeros lo tiene en su carácter distintivamente social, pero ambos comparten la idea de que esta oposición es la base de una disyuntiva en la que no hay alternativas.

Los sociólogos o filósofos que adoptan la actitud del relativismo epistémico extremo, por un lado, rechazan que el origen de las normas pueda explicarse *a priori*; y ,por otro, asumen que un planteamiento filosófico tiene que darse partiendo de un enfoque sociológico. Así, se puede incluir en este enfoque so-

ciológico a los sociólogos del conocimiento, como Barry Barnes, David Bloor y Harry Collins; también a los autores como Trevor Pinch, Wiebe Bijker y T.P. Hughes, y, en general, a los autores que promueven los llamados "estudios sociales de la tecnología". Creemos incluso que autores como Michel Callon, John Law, Bruno Latour (de hace veinte años) y Andrew Pickering podrían tener cabida en el enfoque sociológico al que nos vamos a oponer, pero esto requeriría un poco de elaboración y ciertos deslindamientos que no haremos aquí.[18]

Nuestra observación de partida es que tanto quienes rechazan AIP-*a* como quienes la sostienen comparten el supuesto de que reconocer los estándares epistémicos como producto de factores heterogéneos asociados con intereses y fines diversos localizables en comunidades específicas es incompatible con una teoría del conocimiento que reconozca que hay estándares cognitivos que son mejores o peores desde un punto de vista epistémico. Éste es un supuesto cuestionable y, como veremos, abandonarlo permite ver la pertinencia de un proyecto epistemológico normativo para el estudio histórico-sociológico de cómo surgen los estándares epistémicos en culturas locales estructuradas alrededor de prácticas.

El abandono de este supuesto se fue tejiendo en la segunda mitad del siglo XX, sobre todo a través de la crítica a una "racionalidad algorítmica" que permitiría dirimir, por medio de la aplicación de reglas fijas y generales, las controversias de interés para una teoría del conocimiento científico.[19] A partir de la década de 1980 se

[18] Pickering, por ejemplo, siguiendo a Latour, dice en *The Mangle of Practice* (1995: 216, en especial) que su propuesta de entender la ciencia como práctica y cultura va en contra de todos aquellos que privilegian una de las dos variables tradicionales (o versiones de ellas), intereses sociales o reglas epistémicas. Según Pickering, su propuesta es una crítica a cualquier intento por tomar esas variables como causas "duraderas" (*enduring*) capaces de explicar la práctica científica. De esta manera, si bien Pickering rechaza explícitamente una caracterización causal de su enfoque y aparentemente rechaza la dicotomía que estamos criticando, asume que "debemos alejarnos de la idea de la ciencia como conocimiento"; por tanto, sugiere que el estudio de la dimensión normativo-epistémica de las normas es dispensable.

[19] La crítica de una racionalidad algorítmica se suele asociar con los trabajos de Kuhn y Feyerabend, pero aspectos importantes de esa crítica fueron desarrollados antes o en forma paralela por Neurath, Hanson, Polanyi y Toulmin, entre

pone el énfasis en el estudio de "culturas locales". Dos ejemplos paradigmáticos de este tipo de enfoque son Biagioli (1993) y Shapin y Schaffer (1985). Biagioli arguye que es en el ambiente de las cortes italianas del siglo XVII donde se conformaron las posiciones epistémicas y los criterios epistémicos evaluativos involucrados en la controversia entre Galileo y sus críticos aristotélicos. Shapin y Schaffer sostienen que los hechos a partir de los cuales se explica el "éxito" de Boyle (en su controversia con Hobbes) se construyen en el contexto de una cierta ética y que el código de conducta (y sobre todo de confianza) de esa cultura es un elemento crucial en la explicación de los criterios epistémicos utilizados. Shapin elabora aún más su propuesta en su obra de 1994; ahí muestra cómo el empirismo aparentemente individualista propugnado por la Royal Society de Londres está basado en normas de investigación que en última instancia dependen de normas morales asociadas con lo que Shapin llama una noción "liberal" de verdad, que identifica verdad con creencia consensuada. Él hace ver las muchas maneras en que aquello considerado verdadero, incluso los enunciados de observación aparentemente más directos, puede entenderse como creencias consensuadas apoyadas en nexos de dependencia epistémica. Uno de los temas centrales del libro es precisamente el análisis de una serie de casos dirigido a mostrar que los criterios de credibilidad que estaban en juego eran criterios morales basados en el honor, la integridad y la idea de conversación civilizada. Esto puede tomarse como una reducción de los criterios epistémicos a criterios morales. Pero el hecho de que, como el mismo Shapin lo reconoce, la credibilidad en cuestión incluya consideraciones

---

otros. Toulmin (1961), por ejemplo, principia el sexto capítulo con la siguiente oración: "La ciencia no es una maquinaria intelectual de cómputo: es parte de la vida misma." La idea de Hanson de que "el crecimiento de la ciencia tiene muy poco que ver con el rearreglo de hechos en patrones formales, pero sí con el descubrimiento de nuevos patrones de explicación" va en una dirección similar (Hanson, 1958: 2). Toulmin, como Hanson y Polanyi, rechaza la distinción entre contexto de descubrimiento y de justificación, considerada crucial en las filosofías empiristas de Reichenbach, Carnap y Popper. Rechazar este supuesto lleva directamente a rechazar la idea de una "racionalidad algorítmica". Por supuesto, el inverso de esta tesis es falso; es posible rechazar una racionalidad algorítmica y aceptar como algo epistemológicamente crucial la distinción entre los contextos de descubrimiento y de justificación.

respecto de las habilidades de los testigos, la calidad de las observaciones y la consistencia de los diferentes testimonios ya sugiere que no estamos hablando de una mera reducción. Una epistemología que reconoce una relación entre ética y epistemología (a través de un concepto de virtud, o de práctica, por ejemplo) no tiene por qué llegar (como a veces sugiere Shapin) a la conclusión de que la epistemología es irrelevante para entender la ciencia.

Está claro, pues, que la tendencia contemporánea en historia de la ciencia (y en historiografía, que le subyace) a generar explicaciones causales puramente locales de conceptos y estándares a partir de una reconstrucción detallada de pasajes de la historia de la ciencia no es todo lo que puede decirse sobre la ciencia como actividad epistémica. Como lo hace notar Peter Dear, refiriéndose al problema que plantea la explicación de la aceptación casi universal y simultánea de estándares epistémicos distintivos de la ciencia moderna hacia finales del siglo XVII:

> Las explicaciones puramente locales de cada tipo de actividad experimental [que interviene en la producción de conocimiento] dejarían una constelación inexplicable de coincidencias que abarcarían desde Londres hasta Roma, desde París hasta Varsovia y más allá (Dear, 1995: 4).

Dar cuenta de una práctica o técnica experimental, por ejemplo, no puede entenderse localmente a partir de reconstrucciones locales de experimentos, sino que requiere el uso de categorías epistémicas tales como "experimento", "explicación" y "evidencia" de una manera que trasciende una explicación en términos de culturas locales. La pregunta acerca del origen de la normatividad epistémica de esas categorías subyace, pues, en la dificultad planteada por Dear. Es una pregunta que los estudios de Shapin y Biagioli, entre otros, no responden y que sigue siendo pertinente para entender el desarrollo de la ciencia.

Aunque estos historiadores no rechazan AIP-*a*, es claro que su búsqueda de normas locales los lleva a una noción de la racionalidad local, historicista y social que es muy diferente a la noción de la racionalidad instrumentalista. Para estos historiadores, la

racionalidad instrumentalista es un modelo demasiado simplista que no es suficiente para modelar muchos procesos racionales basados en las normas epistémicas locales que realmente ocurren en las investigaciones científicas concretas.

La racionalidad instrumental en la filosofía de la ciencia modela la racionalidad científica en términos de la relación entre fines epistémicos y medios. En la medida en que buscamos acoplar medios y fines somos racionales. Por ejemplo, para Laudan (1987) la racionalidad científica consiste en la búsqueda de un principio que sería una articulación de nuestras convicciones inductivistas normales acerca de la evaluación de estrategias para la consecución de fines y que, por lo tanto, sería un principio que todas las teorías metodológicas estarían dispuestas a aceptar como estándar. Esto, sin embargo, exige que sea posible decir de "nuestros fines" que están bien definidos y que son individualizables a través de muy diversas situaciones, que es una exigencia poco verosímil. Después de todo, las diversas comunidades, aunque usen las mismas palabras para caracterizar sus fines, los recortan de maneras diferentes, dependiendo en buena medida de las técnicas y artefactos (modelos e instrumentos) propios de cada práctica.

Por ello, si dos comunidades comparten el uso de cierto tipo de modelos matemáticos tenderán a compartir ciertos fines, que no serán compartidos con comunidades que utilizan otro tipo de modelos. Por ejemplo, si se comparten modelos evolutivos basados en la idea tradicional neodarwinista según la cual es posible abstraer procesos de desarrollo para explicar la evolución de organismos, entonces se tenderá a compartir el fin de explicar la relación entre ambiente y organismo en términos de adaptaciones.

Esto explica que, por ejemplo, una comunidad de sistematistas comparte más fines y valores con comunidades de sistematistas del pasado que con biólogos moleculares o con físicos de altas energías del presente. Es en la participación en prácticas científicas donde se heredan estándares y normas a través de los procesos de aprendizaje que transforman a los participantes en expertos. Estas normas no son explícitas sino que están implícitas en el uso de instrumentos y modelos, pero también lo están en las narrativas de la historia disciplinar que

los estudiantes aprenden. Muchas veces esta historia se basa en anécdotas o reconstrucciones inexactas de hechos, pero a través de esa historia los científicos van dando forma a normas relativas a lo que es hacer investigación en sus respectivas disciplinas. El Galileo que aprenden los físicos en sus clases introductorias de física no será un Galileo realmente de su tiempo (como los historiadores de la ciencia hacen ver en sus críticas de las historias disciplinares), sino que es un Galileo que promueve estándares de investigación que nos permiten decir que esos estándares son parte del éxito de la física desde el tiempo de Galileo.

Lo anterior muestra que la idea de Laudan de que no podemos darle sentido a la idea de que compartimos valores y fines con Newton, Darwin o Einstein, como para que sea relevante incorporar sus decisiones en nuestra epistemología, asume que en el presente podemos hablar de valores y fines compartidos sin problema. Esto es cuestionable, porque en la medida en que podemos hablar de valores y fines compartidos, tenemos que reconocer que esos valores y fines tienen una cierta estabilidad a través de tiempos y lugares diferentes. Una explicación de cómo los valores compartidos en comunidades contemporáneas surgen y se mantienen estables a través de prácticas o tradiciones científicas tiene que ser a la vez una explicación de cómo una comunidad de investigación mantiene prácticas compartidas con comunidades del pasado, valores que se transmiten de generación en generación. No debemos olvidar que los valores y los fines compartidos se individualizan a través de la historia de la ciencia, no a pesar de ella.

Entender el papel de la historia de la ciencia en la epistemología requiere entender cómo diferentes tipos de prácticas evolucionan y se mantienen estables o desaparecen en el proceso de consecución o transformación de los fines propios de las diferentes tradiciones. Y esto, a su vez, requiere entender cómo la tecnología entra en la conformación de nuestros estándares epistémicos. En la sección siguiente damos un ejemplo de cómo la tecnología muchas veces promueve agendas de investigación y en particular de cómo contribuye a la formación de estándares epistémicos que cuestionan agendas establecidas y apuntan en la dirección de nuevas agendas y nuevas teorías en particular.

3. Las técnicas de secuenciación en la conformación de agendas de investigación en la biología evolucionista

Las técnicas de secuenciación son todas aquellas técnicas utilizadas para la determinación del orden de los nucleótidos en una molécula de ADN. El desarrollo de estas técnicas ha generado una serie impresionante de avances en ciencia básica y medicina. Lo que usualmente se deja de lado es que esas técnicas han promovido agendas de investigación y el desarrollo de nuevas teorías en muchas áreas de la biología. En otras palabras, esas técnicas no forman parte de agendas de investigación sólo por su aplicación en la puesta a prueba de teorías, sino que conforman agendas de investigación que promueven cambios conceptuales científicos importantes. Como lo plantean Pace, Sapp y Goldenfeld (2012):

> El desarrollo de un marco filogenético para la identificación de microbios basado en secuencias lleva a una revolución en ecología microbial y, de manera más general, permite sustentar conjuntamente la evolución y los estudios ecológicos en un solo marco empírico (Pace, Sapp y Goldenfeld, 2012: 1013).

Nigel Goldenfeld y Carl Woese (2007), en un resumen de los aspectos centrales del enfoque que promueven, arguyen que esas técnicas llevan a un replanteamiento radical de la teoría de la evolución que en aspectos importantes ya no encaja dentro del paradigma darwinista de la evolución. Lo interesante para nosotros es que son las técnicas de secuenciación las que, como reconocen Woese y otros promotores de esta nueva manera de ver la biología, están generando una revolución profunda en la biología evolucionista y están llevando a toda una serie de replanteamientos de fronteras entre disciplinas que no puede menos que caracterizarse como revolucionaria. *Pero este cambio puede y debe verse como un cambio racionalmente entendible a partir de los nuevos modelos evolucionistas que estas técnicas han contribuido a desarrollar. No es un cambio que se pueda entender meramente como una competencia entre teorías o alternativas rivales*.

Darwin introdujo un cambio revolucionario en la manera de entender el mundo viviente con su concepto de especie no esencialista. Este concepto de especie no esencialista no tiene evidencia experimental hasta los inicios de la genética darwiniana en el siglo XX. Darwin lo introduce a partir de una serie de observaciones y experimentos que apuntan a la importancia de la selección natural como causa principal de la evolución. La genética clásica y posteriormente la genética molecular clásica le dan un sustento teórico al concepto darwiniano de especie. Pero los avances en genómica (y en particular las implicaciones de las técnicas de secuenciación, véase Goldenfeld y Woese, 2007) cuestionan ese concepto de especie. *En lugar de pensar que las ontologías que importan en la ciencia provienen exclusivamente de teorías, el ejemplo anterior y muchos otros que pueden darse sugieren que muchas ontologías importantes en la ciencia provienen del uso de ciertas tecnologías y de los modelos que esas técnicas promueven*. La propuesta de Woese de que el concepto de especie debe abandonarse como concepto crucial de la biología evolucionista es producto de técnicas que promueven modelos y abstracciones dependientes de esas técnicas que sustentan nuestras mejores especulaciones respecto de qué es lo que hay.

4. Normas y estándares implícitos en las prácticas

Las reflexiones anteriores apuntan a que un planteamiento apropiado del problema de la racionalidad científica requiere entender las complejas relaciones de conformación mutua que tienen lugar entre técnicas de investigación (que promueven una cierta manera de descomponer en problemas la realidad que confronta la ciencia) y, por otro, teorías, modelos, instituciones y prácticas, que buscan dar una visión integrada y coherente, del pasado hacia el presente, de lo que es el mundo de nuestra experiencia.

Esto requiere tomarse en serio el papel de las prácticas científicas en preservar la meta epistémica mencionada en AIP-*a*. De esta manera podemos evitar el tipo de supuestos que nos hace caer

en la dicotomía entre modelos historicistas e instrumentalistas. Porque no es ni sólo la historia ni sólo una racionalidad de medios y fines lo que nos permite modelar la racionalidad científica. Tenemos que tomar en cuenta los recursos cognitivos que nos permiten distribuir el conocimiento en prácticas (modelos y técnicas propios de agendas particulares) y la estructura normativa de esas prácticas que constriñe los procesos de representación que culminan en los modelos y las teorías que consideramos exitosos.

El problema de la racionalidad en la ciencia tiene que responderse en el marco de una explicación general de cómo diferentes tipos de actividades y normas se articulan en prácticas cuyos productos pueden ser modelos, teorías u otros artefactos epistémicos. Esto, por supuesto, va a requerir una cierta caracterización de qué entendemos por "práctica".

Una práctica es un complejo de actividades (y, por lo tanto, de normas, reglas, valores estándares y tecnología) que tienen una estructura estable con la capacidad de reproducirse (con variantes) a través de diferentes procesos de aprendizaje. Las actividades que constituyen una práctica son de diverso tipo: uno importante es lo que podemos caracterizar como razonamiento. El razonamiento en su sentido más amplio es la habilidad (o capacidad) de hacer inferencias. Éstas, sin embargo, tienen que estar reguladas por un contexto de significado. Razonar es la habilidad de generar inferencias que están acotadas por criterios que las relacionan con un todo en el que tienen significado. Las prácticas tienden a integrarse en agendas de investigación.

Una agenda de investigación identifica las prioridades y jerarquiza los objetivos que guían la manera en la que un problema se plantea o se descompone en subproblemas que retoman prácticas particulares. Una agenda de investigación tiende a modificar las prácticas que la conforman de manera tal que se acoplen mejor a los fines de la agenda, que no necesariamente son fines epistémicos. Esta retroalimentación entre prácticas y fines es en cierta medida circular, pero hay que recordar que estamos hablando de procesos dinámicos en los que esta circularidad no es viciosa. Es el tipo de circularidad que desempeña un papel explicativo central en la teoría de la evolución centrada en procesos de construc-

ción de nichos.[20] Una tradición de investigación consiste en una serie de prácticas que han coevolucionado como resultado de su acoplamiento a agendas de investigación en el pasado y que se proyectan a futuro como marco de investigaciones posibles. Es común hablar del darwinismo, de la teoría electromagnética o del newtonianismo como tradiciones. Las tradiciones usualmente se consideran constituidas por diferentes teorías (véase, por ejemplo, Laudan, 1977a) que conviven en un tiempo determinado o se suceden en el tiempo. Para Laudan toda tradición de investigación compartía compromisos metafísicos y metodológicos que eran parte de los criterios de identificación e individuación de tradiciones. Para nosotros las tradiciones de investigación no están constituidas únicamente por teorías sino también por prácticas y, por lo tanto, por habilidades que se transmiten a través de generaciones y que pueden o no estar asociadas a compromisos metafísicos compartidos. El darwinismo, por ejemplo, no se distingue por compromisos metafísicos. Hay darwinistas que consideran que el mecanismo de selección natural es un compromiso metafísico-metodológico central, mientras que otros no. Pero si bien no hay un núcleo de creencias metafísicas compartidas, sí hay creencias metafísicas, métodos, historias disciplinares y prácticas compartidas por subgrupos participantes de una tradición. Nuestra noción de tradición es, pues, bastante laxa y con bordes difusos. Lo distintivo e importante, cuando nos referimos a tradiciones, es la interacción robusta del conjunto de prácticas a través del tiempo, que conforma una matriz organizacional en disciplinas particulares. Una agenda de investigación, por lo general, es más difícil de caracterizar como un linaje que se extiende a la manera de una tradición en la historia de la ciencia; más bien se caracteriza por valores y estándares compartidos, y sobre todo por un compromiso fuerte con ciertos

[20] La construcción de nichos es el proceso a través del cual los organismos, por medio de su metabolismo, actividades y elecciones modifican su propio nicho y los de otros organismos. Por ejemplo, las plantas cambian la composición de los gases atmosféricos y la composición del suelo. El desarrollo del concepto de práctica y agenda de investigación, que aquí se presenta brevemente, puede desarrollarse como caso especial de un proceso evolutivo que se da a través de la evolución de agendas de investigación en el contexto de nichos de prácticas. Para una presentación de la teoría de nichos en cuestión, véase Laland y Boogert (2010).

fines que guían la investigación en un plazo relativamente corto. Por ejemplo, el neodarwinismo es una agenda de investigación que enmarca el estudio de la evolución en un marco metodológico y relativamente bien definido. Así, lo que Laudan llama tradiciones de investigación está más cerca de lo que estamos llamando agendas científicas que lo que hemos caracterizado antes como tradiciones de investigación. Para nosotros es importante recalcar que las tradiciones de investigación constriñen las prácticas y el ordenamiento de las prácticas que pueden encajar en una agenda. En otras palabras, las prácticas pueden verse como recursos para la elaboración de una agenda, pero son recursos en el contexto de tradiciones (muchas veces establecidas en el contexto de disciplinas específicas) que pueden tener un papel importante al momento de decidir qué prácticas van a tomarse en cuenta para la conformación de una agenda. Hay, por supuesto, muchos otros factores que desempeñan un papel en la conformación de agendas; los factores políticos y económicos o las restricciones de dinero pueden ser cruciales para la manera en que se conforma una agenda. A su vez, la conformación de agendas puede tener implicaciones para el tipo de prácticas que se promueven en una tradición. Así, tanto las prácticas como las tradiciones y las agendas son recursos interdependientes que conforman el quehacer científico.

Una práctica científica, además, involucra y promueve normas y estándares epistémicos, tecnológicos y éticos que son un aspecto importante de la manera en que la ciencia distribuye cognitivamente el conocimiento. Las normas en cuestión provienen muchas veces de criterios de corrección distribuidos en muchas prácticas que se articulan en agendas o tradiciones de investigación. Por ejemplo, las normas respecto del tipo de precisión que maneja un microscopio son compartidas por prácticas en disciplinas muy diferentes que no tienen mucho más en común que el uso de cierto tipo de microscopio. Las normas respecto de la manera en la que debe presentarse una investigación en psicología experimental (el tipo de normas que se aprenden a través de una educación universitaria en la disciplina) son compartidas por muchas prácticas diferentes que forman parte de agendas muy diferentes, no sólo en psicología experimental sino en otras áreas de la psicología y las ciencias sociales.

Esto nos permite decir que la normatividad pertinente para entender y utilizar criterios de corrección específicos está *implícita y distribuida* en toda una geografía o una arquitectura de las prácticas que se norman mutuamente en diferentes aspectos establecidos a través de la historia de las prácticas humanas. En esta geografía normativa desempeñan un papel importante las propiedades materiales de objetos y aparatos que son parte constitutiva de las normas mantenidas o promovidas o transmitidas de muchas prácticas. Las propiedades de conducción eléctrica o el peso específico muchas veces desempeñan un papel como parte constitutiva de la estructura normativa, sin estrictamente ser normas o regulaciones de los agentes, el tipo de normas o regulaciones que podríamos asociar con valores en el sentido tradicional. Si uno va a reparar una instalación eléctrica debe seguir ciertas normas de seguridad, por ejemplo. Estas normas son diferentes dependiendo del voltaje de la instalación y de muchos otros factores materiales, como el nivel de humedad usual en el ambiente. Por último, queremos concluir este capítulo distinguiendo por lo menos cinco clases de recursos importantes que componen una práctica:

1. Habilidades y, más en general, capacidades humanas que pueden dirigirse al aprendizaje de diferentes tipos de prácticas.
2. Estructuras cognitivas propias de los seres humanos que subyacen en las habilidades y capacidades que entran en el aprendizaje y mantenimiento de los estándares de una práctica.
3. Materiales que median la integración de capacidades y estructuras cognitivas a través de un proceso de aprendizaje.
4. Diferentes valores y normas que cumplen un papel en la estabilización y en la integración de la práctica en un contexto normativo más amplio.
5. Los fines de la práctica, que no son otra cosa que una manera coherente y sucinta de expresar la estructura normativa de la práctica como un todo, y que por lo tanto permiten identificar aquellos elementos de la práctica que, respecto de sus fines, requieran modificación o cambio sin que por ello la práctica pierda su identidad.

Puede parecer extraño que los fines de la práctica se piensen como recurso, pero hay que recordar que las prácticas tienen una estructura recursiva, en el sentido de que los fines en relación con los cuales se plantean los recursos tienen a su vez un papel en la articulación de la estructura normativa de la práctica (como en la identificación o distinción de valores o normas), y permiten identificar los elementos que, respecto de una mejor satisfacción de los fines, pueden requerir modificación. Por lo general, en la ciencia estos fines son compartidos por varias prácticas. Por ejemplo, un fin puede ser el diseño de un avión más rápido. Una práctica se desarrolla con ese fin en los laboratorios de pruebas con túneles de viento en un determinado lugar. Tal fin lleva a la formulación de objetivos concretos, como sería el diseño de un ala con ciertos atributos. Este objetivo subordinado puede cambiar. Si se encuentra un material nuevo muy ligero y resistente, puede suceder que el objetivo anterior, que dependía de supuestos respecto del tipo de material del que estaría hecha el ala, tenga que ser modificado.

Con lo anterior debe quedar claro que esta caracterización de los recursos ya mencionados no pretende ser exhaustiva ni excluyente. Una habilidad o capacidad involucra estructuras cognitivas y medios materiales específicos. En la medida en que las capacidades y habilidades formen parte de una práctica van a estar involucrados también estándares relativos a lo que se considera el dominio de la práctica. Tocar el piano, manejar un vehículo, observar por el telescopio o interpretar una tomografía son habilidades aprendidas que requieren el desarrollo de estructuras cognitivas y la capacidad de apreciar sutiles diferencias en medios materiales específicos. Un médico especialista en interpretar tomografías puede ver cosas que una persona sin entrenamiento no ve. Tocar el piano requiere un piano, una silla, una posición precisa frente al teclado, etc., pero también vencer cierta resistencia de las teclas al tacto –por ejemplo, si las teclas tienen una respuesta diferente a la presión de los dedos a la que se está acostumbrado, la interpretación cambia y, por lo tanto, la capacidad de desplegar los estándares de lo que es tocar bien–. Manejar un vehículo requiere de un conocimiento tácito (que puede ser muy limitado) de las propiedades de fricción

o sostén de las llantas en el tipo de pavimento del que se trate. Si la superficie es muy distinta, nuestra habilidad para llevar un vehículo en una determinada dirección puede disminuir notoriamente. También requiere una gran cantidad de expectativas.

Una autopista no es la clase de carretera donde se espera encontrar una vaca al dar vuelta en una curva, ni tampoco que la superficie de rodamiento esté cubierta de aceite ni mucho menos que quienes le dan mantenimiento decidan echar aceite para lubricarla y evitar que sufra cuarteaduras. Estas expectativas son parte de nuestro conocimiento de estándares (implícitos y explícitos) asociados con prácticas (de manejo, de construcción de carreteras, de mantenimiento de autopistas) y son parte también de nuestro conocimiento de medios materiales (el pavimento, el sistema de frenos, etcétera).

Las expectativas que relacionamos con esos estándares y la manera en que éstos se estructuran dependen de capacidades cognitivas específicas y del grado en el que éstas son confiables en un contexto de prácticas. Así, el dominio de la práctica de manejo involucra varios estándares que indican que en determinadas condiciones –de noche y lloviendo, por ejemplo–, se debe manejar más despacio. Este cambio en la velocidad de manejo se justifica porque en esas circunstancias la visibilidad es menor y la posibilidad de derraparse mayor. Pero los estándares pertinentes no se articulan ni, usualmente, se enseñan explícitamente como tales.

5. La racionalidad como razonamiento organizado

Este capítulo continúa el desarrollo de una propuesta sobre cómo podemos impulsar una filosofía de la ciencia centrada en prácticas estudiando el papel epistémico de las heurísticas en el razonamiento humano como normas que conforman una geografía de la razón. Queremos mostrar en particular un sentido importante en el que las heurísticas despliegan nuestras capacidades de abstracción de manera que este despliegue es normativamente relevante para la organización y el mejoramiento del razonamiento. Ahora bien, para poder llegar a esta conclusión (en el capítulo 7) es necesario que antes entendamos bien de qué estamos hablando cuando nos referimos a heurísticas, para posteriormente mostrar que heurísticas en ese sentido no pueden reducirse a algoritmos (en el sentido epistémico pertinente).

1. Heurística *versus* algoritmo

En la bibliografía sobre psicología una heurística es una inferencia falible que nos lleva a resultados que pueden ser incorrectos desde la perspectiva de ciertas normas de razonamiento, pero que cuando falla, lo hace con un sesgo, es decir, falla de manera tal que la dirección del error es en buena medida previsible y muchas veces distintiva de la heurística en cuestión. Las heurísticas que nos ayudan a encontrar las raíces de un polinomio (véase la sección 5.2) son un ejemplo. En la física, por ejemplo, se habla de reglas

heurísticas que nos permiten disminuir el número de alternativas que considerar en la solución de un problema. En la biología de la conservación y en la ecología se han propuesto muchas reglas heurísticas que ayudan a resolver problemas muy complejos. Por ejemplo, cómo decidir qué especies deben de ser objeto privilegiado para promover su conservación. En todos estos casos el concepto de heurística en cuestión está ligado a la búsqueda de maneras de representar un problema que nos lleven a una solución.

Lo crucial y distintivo de una heurística (en cuanto guía de inferencia con una dimensión epistémica normativa) en contraposición al concepto de algoritmo es que en los casos en los que la inferencia que promueve es incorrecta, podemos entender el error por la dirección del sesgo, o en otras palabras, podemos prever (hasta cierto punto) dónde la heurística no va a ser confiable. La manera exacta como se evalúa el error por la dirección del sesgo depende de cómo se entienda la normatividad propia de las heurísticas; pero por ahora el siguiente ejemplo puede ayudarnos a entender la idea general. Una de las primeras heurísticas estudiadas a fondo es la que Kahneman, Slovic y Tversky (1982) llaman heurística de la representatividad. Según estos autores esta heurística se utiliza para evaluar probabilidades según el grado de similitud de un objeto (o suceso) *A* con un objeto (o suceso) *B* que tomamos como representativo. Si por ejemplo se nos muestra una serie de fotografías y se nos pregunta qué probabilidad hay de que esas personas sean maestros de filosofía o conductores de taxi, Kahneman, Slovic y Tversky encontraron que se tiende a asignar probabilidades a partir de estereotipos, incluso dejando de lado información que es pertinente para asignar la probabilidad. Es más, puede predecirse bastante bien la manera en que la mayoría de las personas utiliza los estereotipos para asignar probabilidades (por lo menos, en casos como el anterior). Esta capacidad de predicción del sesgo es lo que permite que la heurística cumpla un papel normativo en el razonamiento; nos permite desarrollar razonamientos confiables a partir de heurísticas falibles.[21] Ahora bien, llegar a este planteamiento

[21] Explicar a fondo cómo la predicción del sesgo lleva a cabo su papel normativo requiere cuestionar la visión tradicional de lo que es abstracción. Este replanteamiento de la abstracción es algo que haremos en el capítulo 7. Aquí desarrollamos

requiere negar un supuesto bastante extendido en discusiones sobre la racionalidad y sobre lo que son las heurísticas, a saber, el supuesto de que *los sesgos de las heurísticas son un mero reflejo de nuestras limitaciones cognitivas y, por lo tanto, que la epistemología no tiene por qué preocuparse por la estructura o las contribuciones que esos sesgos puedan hacer a nuestra situación epistémica*. Si bien es posible que no todo atajo de razonamiento se distinga por un sesgo, para nosotros una heurística tiene un sesgo que podemos utilizar como recurso para aprender a razonar mejor y, en ese sentido, el sesgo tiene una dimensión epistémica.

El supuesto de que los sesgos no tienen una dimensión normativa se sigue de la caracterización usual de que lo que debemos entender por normatividad epistémica puede hacerse sin tener que recurrir a la psicología o a otra disciplina científica. Desde esta perspectiva esos sesgos son totalmente prescindibles y reducibles a estructuras formales que permiten dar cuenta de la normatividad a través de un análisis lógico-matemático. A esas estructuras formales usualmente se les conoce o identifica como algoritmos.

La pregunta "¿qué es un algoritmo", como la pregunta "¿qué es una heurística?", no tiene una respuesta fácil. En cierto sentido hay una definición clara y precisa de algoritmo. Un algoritmo es un conjunto de instrucciones bien definidas para llevar a cabo una tarea en particular. El algoritmo debe dar la respuesta correcta para todos los casos en los que se aplica. Usualmente se piensa que los algoritmos son instrucciones que llevan a resultados de manera determinista, predecible con certeza, no sujetos al azar.

Pero para empezar hay algoritmos no deterministas (Helmert, 2008). Desde un punto de vista formal, que busca caracterizar los algoritmos como objetos matemáticos, esto no es problema, pero desde la perspectiva que queremos modelar el tipo de heurísticas que guían nuestro razonamiento sí es un problema. Esto se debe a que tendríamos que decir que la caracterización formal en matemáticas no es la caracterización formal que nos interesa,

un argumento convergente basado en la distinción entre algoritmo y heurística y el papel epistémico que se les atribuye usualmente a estos tipos de reglas de inferencia.

y el problema de cómo delimitar el objeto formal, que serviría como marco normativo para el concepto de interés psicológico y epistémico, quedaría pendiente. Y conforme reflexionamos sobre los usos del término algoritmo en diferentes ciencias empiezan a aparecer las dudas respecto de exactamente qué podría ser ese algoritmo que serviría de marco normativo para la diversidad de usos que nos interesa modelar.

Hay mucha controversia sobre cómo entender exactamente el algoritmo, y esas controversias son importantes si nuestra tarea es dar una definición clara y tajante de heurística en términos de algoritmos. En las ciencias de la computación muchas veces el concepto de algoritmo se contrapone a programa. Sin embargo, hay diferentes maneras de hacer la distinción entre algoritmo y programa, y éstas diferentes distinciones nos llevarían a formas variadas de entender lo que podríamos decir es una heurística en términos de algoritmos o programas.[22] En psicología se hace una oposición entre algoritmo y heurística. Una heurística es un atajo mental que permite juicios rápidos que llevan a la solución de problemas (muchas veces, pero no siempre). Implícitamente, por lo menos, el atajo se considera tal en relación con un algoritmo. Pero no hay tampoco una caracterización fija y definida de algoritmo o, en todo caso, hay varias caracterizaciones bien definidas que hacen referencia a diferentes formulaciones en las matemáticas y en las ciencias de la computación, pero no parece haber una sola noción que pueda servir de punto de apoyo a la distinción que se hace entre algoritmo y heurística en las ciencias sociales o en psicología.

Ahora bien, así como el hecho de que haya diferentes nociones de algoritmo que son importantes en la ciencia no tiene por qué inclinarnos a pensar que la noción de algoritmo no desempeña un papel epistémico importante en muchas áreas de investigación, los diferentes usos de heurística no tienen por qué inclinarnos a pensar que no hay algo epistémicamente sustantivo en el concepto.

Si bien es muy útil en la ciencia, el concepto de algoritmo está relacionado con diferentes tipos de abstracción que no son

[22] Véase el artículo de R. Turner (2013).

reducibles a una noción única; es una idealización de procesos físicos que dependiendo del contexto se entiende de diferentes maneras. De esto no se sigue que el concepto de algoritmo esté en necesidad de reparación, simplemente se sigue que el peso normativo-epistémico no proviene de la metafísica unitaria que los formalistas quieren endilgarle. Es más, como veremos, el concepto de sesgo de una heurística, que en realidad es el concepto más básico desde un punto de vista epistémico, más básico que el de algoritmo, puede entenderse de manera natural como parte de una caracterización de la cognición que se toma en serio su carácter situado en prácticas.

La preeminencia de estructuras heurísticas de razonamiento en la organización de nuestras actividades como actividades orientadas a fines y guiadas por valores tiene implicaciones en la filosofía de la ciencia no sólo para la discusión sobre cómo entender la racionalidad, sino para cuestiones que muchas veces se entienden muy alejadas de este tipo de discusión, por ejemplo, para desarrollar un modelo filosóficamente satisfactorio de la explicación en la ciencia o para poder entender cómo podemos decir que el reduccionismo es un fin epistémico y hasta dónde los límites o constreñimientos al reduccionismo son también fines epistémicos (véase capítulo 6). Pero antes de continuar con el tema en las secciones siguientes damos ejemplos de maneras en las que el concepto de heurística ha desempeñado (*prima facie*, por lo menos) un papel epistemológico en diferentes agendas científicas.[23]

2. Heurística en las matemáticas

En las matemáticas y en las ciencias que utilizan ampliamente los métodos matemáticos, *un algoritmo se caracteriza muchas veces como un conjunto de instrucciones (que pueden programarse en un computador) que permite resolver mecánicamente un problema*. Esto implica que la solución correcta que nos

[23] Véanse Álvarez y Echeverría (2008) y Martínez (2003) para una discusión complementaria acerca del papel de las heurísticas en relación con el concepto de racionalidad acotada.

ofrece un algoritmo viene con la garantía de que si seguimos las instrucciones al pie de la letra, llegaremos posteriormente a la solución correcta, sin necesidad de tomar decisiones adicionales en el camino. Estamos familiarizados con varios algoritmos desde la escuela primaria; por ejemplo, los algoritmos para multiplicar y extraer una raíz cuadrada o una raíz cúbica.

Si queremos resolver una ecuación de tercer grado como $x^3 + 2x^2 - 7x - 14 = 0$, existe una fórmula que podemos utilizar. Por medio de ella encontraremos las soluciones (las raíces) de la ecuación simplemente identificando los coeficientes de los diferentes términos de la ecuación y sustituyendo esos valores en la fórmula. Una vez hecho esto, lo que resta es llevar a cabo operaciones aritméticas simplificadoras para tener una lista de soluciones. Para cualquier ecuación de tercer grado, esta fórmula siempre nos permite llegar a determinar sus soluciones. La única posibilidad de que surja un error proviene del hecho de que nuestras operaciones aritméticas, en algún momento por lo menos, no hayan sido efectuadas correctamente.

Para muchas ecuaciones de cuarto grado y mayor (tales como $x^5 + 2x^4 - 7x = 0$) no es posible utilizar una fórmula como la que se utiliza en ecuaciones de tercer grado (véase el párrafo anterior) para encontrar las raíces. De la misma manera en que aprendemos en la escuela, muchas veces es posible resolver una ecuación utilizando lo que se conoce como una regla heurística; es decir, si queremos descomponer un polinomio en sus raíces y, por lo tanto, resolver una ecuación de tercer grado, no es necesario utilizar el algoritmo (la fórmula) para resolver ecuaciones de tercer grado, procedimiento que es bastante engorroso de hacer a mano. Una regla heurística que podemos usar en este caso consiste en tratar de buscar las raíces en los factores del término independiente. En nuestro caso, deberíamos buscar los factores de 14. Pues bien, si la regla va a funcionar, no hay muchas opciones; las raíces podrían ser 1, 2, 7, 14. No es difícil ver que 1 y 14 no pueden ser, y es fácil ver que 7 y 2 pueden ser raíces. Al probar, comprobamos que efectivamente la factorización $(x2 - 7)(x + 2) = 0$ resuelve el problema. Este tipo de reglas no funciona siempre. Una regla como la anterior funciona en algunos casos, pero no en todos, y

no podemos saber por adelantado cuándo va a funcionar, aunque a veces sí tenemos indicios (que podrían formularse como reglas heurísticas) de si la regla va a funcionar o no. A veces podemos intentar con varias reglas heurísticas sin encontrar la solución. Sin embargo, dependiendo del tipo de problema de que se trate y de la habilidad de quien lo intenta, muchas veces es posible resolver un problema con gran rapidez, utilizando una regla heurística, algo que requeriría mucho más tiempo y esfuerzo si recurriéramos a la fórmula y siguiéramos paso a paso el algoritmo que nos indica.

De existir un algoritmo para resolver un problema, la solución simplemente sería el resultado de seguir instrucciones mecánicamente; pero a menudo el proceso es muy largo, requiere tantos pasos que podríamos pasarnos toda la vida tratando de calcularlos todos y moriríamos antes de terminar. Es más, se conocen problemas muy simples (que no están sujetos a la no decibilidad absoluta), cuya solución está dada por un algoritmo que exige tantos pasos que aun las computadoras más veloces del presente podrían pasarse calculando sin interrupción hasta el fin del mundo y todavía sin llegar al resultado final.[24] Así, está claro que muchas veces, incluso si teóricamente existe un algoritmo para resolver un problema, prácticamente tenemos que recurrir a métodos heurísticos para tratar de resolverlo.

El tipo de problemas que un algoritmo nos permite resolver está determinado por la estructura lógica del problema. Para resolver ecuaciones de tercer grado un algoritmo nos resuelve el tipo de ecuaciones que matemáticamente, y sin ninguna ambigüedad, podemos caracterizar como ecuaciones de tercer grado. Para transformar grados Fahrenheit de temperatura en grados centígrados, se hace ese tipo de operaciones y, en cuanto algoritmo, no sirve para nada más. *Una regla heurística, por el contrario, nos dará una solución correcta, o aproximadamente correcta, en ciertas circuns-*

[24] Para ejemplos de algoritmos que están sujetos a este tipo de no decidibilidad práctica véase, por ejemplo, Cherniak (1986). Cherniak da el ejemplo del teorema de Church aplicado en el cálculo proposicional. Si bien un procedimiento de decisión para tautologías es posible en principio, el procedimiento parece ser "computacionalmente intratable", esto es, incluso en casos muy simples se requiere de computación que excede la capacidad de un computador ideal que tenga los recursos disponibles en todo el universo.

tancias, y en otras no; la corrección de la respuesta dependerá de la naturaleza del problema, de la forma que toma un problema particular y del tipo de respuesta que esperamos, algo que no puede decidirse por medio de reglas fijas. Una parte importante del problema de aplicación de una regla heurística es la decisión sobre qué regla utilizar en un caso específico. La regla mencionada antes para resolver una ecuación de tercer grado nos llevará a la solución correcta dependiendo del tipo de raíces que tal ecuación tenga. Si las raíces no son enteras, lo más seguro es que la regla no nos sirva. Hay varias reglas; algunas funcionan mejor en ciertas circunstancias, pero ninguna funciona siempre.

Algo que está implícito en lo dicho antes es que los algoritmos nos dan una solución correcta (en principio) a un problema, independientemente de cuál sea *el sustrato material* por el que el algoritmo se aplica. Sin importar cómo se extraiga la raíz cuadrada –escribiendo en un papel, sobre la arena de la playa o en una pared; usando lápiz, pluma o las uñas–, el resultado siempre será el mismo. La utilidad de una regla heurística, sin embargo, muchas veces depende de cómo se implemente materialmente esa regla. Una de las opciones más conocidas para calcular raíces y operaciones que involucran exponentes complicados era la llamada "regla de cálculo", que fue muy utilizada por los ingenieros hasta la popularización de las calculadoras electrónicas hace cerca de tres décadas. La regla de cálculo consiste básicamente en dos reglillas de madera dura (o de otro material rígido) que se deslizan paralelamente una respecto de la otra. En ambas reglas están inscritas marcas y números que hacen de ellas reglas graduadas. Cada regla tiene varias escalas inscritas. En una escala, las distancias entre dos unidades corresponden a la diferencia entre sus logaritmos. En la otra, la distancia entre los números marcados corresponde a la diferencia entre los logaritmos de los números marcados. Haciendo uso de una propiedad básica de los logaritmos, el hecho de que el logaritmo de un producto sea la suma de los logaritmos de los factores, podemos calcular el resultado aproximado de multiplicar dos números cualesquiera *en el intervalo representado en la regla* por medio de un simple cálculo que consiste en obtener el logaritmo del producto a partir de la suma gráfica (que consiste en poner el

principio de una escala donde comienza la otra) de los logaritmos correspondientes. De manera similar, podemos usar las escalas en las que se representan los logaritmos de los logaritmos para calcular potencias (y raíces). Así, la regla de cálculo asimila el problema de calcular productos y potencias al problema de sumar gráficamente logaritmos mediante una serie de reglas de reducción y de operación. Para resolver un problema específico hay que aplicar una serie de reglas (pasos) para descomponer el problema en varios subproblemas y decidir las reglas de operación que se consideren más apropiadas en cada caso. Es posible aplicar una serie diferente de reglas en un problema, pero cada serie tiene por lo general un orden que debe respetarse para que el cómputo sea adecuado.

Para ilustrar esto, supongamos que ahora el objetivo es computar en la regla de cálculo $a^{3/8}$. Es posible llegar al resultado utilizando diferentes secuencias de operaciones gráficas, pero la precisión del resultado puede variar en consecuencia. Mientras más manipulaciones hagamos más posibilidades de error introducimos. Además, el sesgo depende del material del que está hecha la regla y de la capacidad del usuario para manipularla. Una regla de cálculo nos dará una mejor aproximación en la medida en que el material del que está hecha no se expanda con el calor o con el uso, porque la distorsión en su longitud generaría errores en la suma gráfica de cantidades y, por lo tanto, en los cálculos que nos permite hacer.

Podemos pensar en algunas reglas heurísticas independientes de su implementación material; por ejemplo, la regla que mencionamos antes para encontrar raíces de polinomios no parece depender de su implementación material; pero sí de la manera en que entendamos la idea de implementación material. En realidad, el éxito de la regla heurística examinada antes para resolver ecuaciones de tercer grado se supedita al tipo de ecuación en la que se implemente. Lo que importa es que lo que consideramos una aplicación exitosa de la regla heurística, a diferencia del algoritmo, depende de su implementación.

La diferencia entre algoritmos y heurísticas puede formularse de diferentes maneras, pero para nuestros propósitos vamos a entender por *reglas o procedimientos heurísticos, a aquellos cuya*

individuación o aplicación dependa de su implementación (material) en artefactos. En el caso de la heurística, para resolver una ecuación de tercer grado, la ecuación es el artefacto en cuestión.

Como hemos visto, hay una noción relativamente clara de algoritmo en las matemáticas elementales, pero esa noción no es muy útil porque muchos algoritmos en las matemáticas no encajan con esa caracterización. Los algoritmos en las matemáticas avanzadas pueden ser azarosos, lo que implica que ya tenemos que formular con más cuidado el sentido en el que podemos decir que un algoritmo nos lleva a una solución siempre, o mecánicamente. La discusión no es trivial, aunque para nuestros fines la podemos dejar de lado. Todo lo que nos interesa es dejar claro que las matemáticas no nos ofrecen una noción de algoritmo que podamos tomar como punto de apoyo para la caracterización de lo que es una heurística como algo bien definido a partir de lo que es un algoritmo.

Y, finalmente, para cerrar esta sección, la definición de algoritmo que mencionamos arriba presupone las ideas de programa y de mecanismo. El concepto de mecanismo es también problemático. Podemos por mor de nuestro argumento aceptar que el concepto de mecanismo es suficientemente claro en matemáticas y ciencias de la computación, pero hay toda una bibliografía contemporánea sobre filosofía de la ciencia que muestra que lo que se entiende por mecanismo en distintos tipos de explicaciones "mecanicistas" es diferente. En el capítulo 6 diremos algo más en esta dirección.

3. El principio de la mínima acción en la física: un ejemplo de la racionalidad basada en heurísticas reducibles a algoritmos

Mostraremos en esta sección cómo el concepto de algoritmo desempeña un papel crucial en la estructuración del razonamiento heurístico en la física de una forma que promueve la importancia del patrón de explicación por leyes. Éste es un caso bastante claro en el que podemos decir que las heurísticas se subordinan a los algoritmos. Sin embargo, como veremos, lo que debemos evitar es extrapolar este tipo de casos y pretender que en todos los casos podemos hacer este tipo de reducción. Como veremos, incluso

en la física hay diferentes maneras en las que este supuesto reduccionista puede y debe cuestionarse.

En la física, diferentes versiones del principio de la mínima acción han funcionado como importantes principios explicativos desde los griegos. Herón de Alejandría mostró que si se aceptaba que un rayo de luz siempre viaja de manera tal que minimiza la distancia de la trayectoria entre un objeto y el observador, podían explicarse varias propiedades de la luz. Aristóteles utiliza el mismo patrón explicativo en su argumentación cuando pretendía demostrar el movimiento circular de los planetas. Señalaba que los planetas se mueven en órbitas circulares porque, de todas las curvas cerradas que delimitan un área determinada, el círculo es la más corta. Como alternativa, se puede demostrar que una órbita circular requiere el menor tiempo, a una velocidad dada, para cubrir un área determinada. En el siglo XVII, Fermat fue el primero en mostrar que si se asume que la luz viaja de un punto a otro de manera tal que el tiempo de viaje es mínimo, entonces es posible explicar varias leyes de la óptica. Es claro que la adopción del principio de mínima acción en la óptica lleva a integrar explicaciones y a formular predicciones importantes. Nótese que un principio de mínima acción es una regla heurística de razonamiento que se presta para darle un significado metafísico.

Pierre de Maupertuis, a mediados del siglo XVIII, arguyó que este tipo de principios muestra la acción de causas finales en la naturaleza, y, por lo tanto, la existencia de Dios. Un poco después, Leonhard Euler y Joseph-Louis Lagrange mostraron que este tipo de explicaciones podían interpretarse sin recurrir al supuesto de causas finales: podían interpretarse como explicaciones deducibles a partir de una ecuación.[25] Ésta es una de las estrategias aún muy fructíferas y por medio de las cuales se eliminan explicaciones teleológicas de la física y, a partir del siglo XIX, de otras ciencias naturales. El uso de ecuaciones permite reinterpretar un comportamiento aparentemente teleológico como el resultado

[25] En la formulación de Lagrange, el comportamiento de un sistema físico general está determinado por el requisito de que la integral en el tiempo de una función del sistema es un valor extremo. Puede consultarse cualquier libro sobre mecánica clásica; por ejemplo, Goldstein, Poole y Safko, 2014.

de seguir "mecánicamente" una secuencia de estados que al final nos lleva a la respuesta correcta de un problema. Así, es posible explicar una gran cantidad de problemas en los cuales el principio de la mínima acción puede utilizarse para modelar una situación como resultado de la existencia de un algoritmo de cierto tipo (la solución a una ecuación) que describe cómo se comportan los procesos naturales. Esto sugiere fuertemente una tesis semejante a la del determinismo laplaciano. A grandes rasgos, la tesis del determinismo laplaciano establece que cualquier estado futuro del mundo está determinado por un algoritmo que en principio determina la posición de todas y cada una de las partículas materiales del universo en cualquier tiempo futuro, suponiendo que se conocen los estados de las partículas y las fuerzas que actúan sobre ellas en un tiempo inicial. El determinismo laplaciano es una variante de la propuesta de Maupertius, sin embargo, éste no implica la existencia de Dios. Laplace transforma, en una tesis que tiene una dimensión metodológica y otra metafísica, la fructífera estrategia para la construcción de modelos explicativos generada a partir de la interpretación de principios heurísticos de acción mínima en términos de algoritmos que describen soluciones a ecuaciones diferenciales. El determinismo laplaciano supone que todo proceso en el mundo puede reducirse a procesos mecánicos y que los algoritmos que nos permiten explicar el comportamiento de las partículas newtonianas también nos permiten explicar el mundo natural sin necesidad de recurrir a ningún supuesto teleológico.

El principio de la mínima acción es un ejemplo característico del tipo de principios o métodos heurísticos (o simplemente heurísticas como diremos usualmente) que describen comportamientos aparentemente teleológicos de sistemas (*i.e.*, comportamientos que se explican como consecuencia de causas finales) que pueden explicarse en términos de algoritmos, que a su vez son derivables de las leyes de la naturaleza (o por lo menos se asume que lo son).[26]

[26] Lo que es importante ver es cómo el concepto de algoritmo va de la mano con el concepto de ley de la naturaleza con aplicación universal. Si se cuestiona el concepto de ley universal ya no es claro qué queremos decir con algoritmo.

Si bien el desarrollo de este tipo de heurísticas se diversifica mucho, sigue apegado a la idea de que una heurística no es más que una herramienta para encontrar soluciones aproximadas, o soluciones exactas en ciertas condiciones, a problemas que están descritos en última instancia por algoritmos. Desde un punto de vista epistemológico, las heurísticas desempeñan un papel claramente subordinado al de los algoritmos en una explicación científica de este tipo.

Como hemos visto antes, un algoritmo en las matemáticas, y sobre todo en las ciencias de la computación, es un problema abierto. Hay diferentes conceptos de algoritmo relacionados con diferentes agendas de investigación. De todas maneras, uno puede pensar que el concepto de algoritmo es suficientemente claro y preciso como para dar cuenta de todo razonamiento heurístico en la física. En otras palabras, se asume que podemos caracterizar a la física como un tipo de conocimiento fundamental precisamente porque consiste, en última instancia, en la búsqueda de algoritmos. Pero este supuesto es muy cuestionable.

Geroch y Hartle (1986), por ejemplo, sostienen que si una teoría de la física no es algorítmica, en el sentido de que no hay un algoritmo que la implemente (es decir, que relacione resultados de experimentos u observaciones con predicciones de la teoría), aunque dicha teoría pueda someterse a comprobación empírica, no es posible establecer una estrategia para el procesamiento de datos y la elaboración de experimentos que pueda llevarse a cabo mecánicamente. Por ejemplo, fijemos un dispositivo experimental y tratemos de expresar la predicción para un experimento modelado por una teoría que no es algorítmica. Para predecir con un margen de error de 5%, se manipulan las matemáticas de la teoría, se construyen modelos de datos, se establecen criterios de significación, etc., hasta llegar al número asociado con la predicción. Para poner a prueba la predicción con un margen de 1%, normalmente sólo se tendrían que modificar ligeramente los modelos ya construidos. Sin embargo, en el caso de una teoría no algorítmica, ese tipo de modificaciones no basta. Lo que muestran Geroch y Hartle es que quizá sea necesario repensar por completo el problema y que para poner a prueba una predicción con

diferentes márgenes de error tal vez se requiera toda una nueva construcción de modelos, estimaciones y métodos de aproximación. Las predicciones nunca podrían verse como algo rutinario. Geroch y Hartle sugieren que la teoría cuántica de la gravedad puede ser un ejemplo de una teoría física no algorítmica.

Nótese que *si la física es no algorítmica (en el sentido en el que Geroch nos dice) los métodos heurísticos y los aparatos que se requerirían para extraer predicciones tendrían que considerarse parte del aparato tecnológico-conceptual que nos permite derivar las predicciones* (Geroch y Hartle, 1986). No sería posible abstraer de los sistemas tecnológicos lo que sucede independientemente de ellos, por lo menos en cierto nivel de generalidad. En otras palabras, *el razonamiento heurístico que llevamos a cabo a través de su implementación en sistemas tecnológicos sería una parte indispensable de la física*.

A continuación queremos dar otro ejemplo de cómo podemos capturar la mediación de la tecnología como heurística en un problema epistemológico que nos lleva a abandonar el supuesto de que nuestras explicaciones y predicciones, en última instancia, se apoyan en algoritmos.

4. El problema de la medición en la mecánica cuántica y el papel de estructuras heurísticas

Uno de los problemas centrales en la filosofía de la física, y en general en la epistemología de la ciencia, es el de la medición en la mecánica cuántica. El problema surge de un conflicto entre dos maneras de asignar un estado a sistemas físicos. Según la teoría cuántica, la ecuación de Schroedinger describe la evolución determinista de la función de un estado cuántico. Sin embargo, cuando medimos ciertas cantidades físicas no parece posible sostener que el estado del sistema está descrito por la ecuación de Schroedinger. Según esta ecuación, en ciertos casos, el estado del sistema es una suma de vectores (que representan estados físicos de sistemas), pero la medición nos determina uno de los componentes de la suma. Se dice que la medición efectúa una "reducción" del estado inicial.

El problema es que no queda para nada claro cómo explicar físicamente esta transición. Una manera muy conocida de explicarla consiste en decir que lo que sucede es que la medición altera el estado inicial del sistema. Pero no queda claro cómo puede entenderse esta alteración.

Para empezar, el resultado no parece estar determinado por la situación. En los estudios especializados se sugieren varias ideas para tratar este conflicto. Una de ellas es que el mundo se ramifica a cada instante, y a través de cada interacción cuántica, en diferentes mundos, y que cada componente de la suma vectorial representa una de las diferentes ramas del mundo donde nuestro mundo sigue su evolución. Otra es que las diferentes cantidades observables tienen un valor con cierta probabilidad. Otra más plantea que las probabilidades que se generan en el proceso de la medición son probabilidades de que encontremos ciertos valores (asociados a los diferentes estados de la suma vectorial que le asigna la ecuación de Schroedinger) para una cantidad observable. Todas ellas tienen problemas.[27] La clase de problema que presenta el primer tipo de interpretación es diferente. Consideramos que el tipo de interpretación que han sugerido Lamb y otros y que ha elaborado Nancy Cartwright en varios artículos es una propuesta que encaja muy bien con la clase de epistemología que se propone aquí. Esta interpretación parte de la idea ampliamente aceptada de que la mecánica cuántica es una teoría acerca de cómo los estados cuánticos evolucionan e interaccionan. Sólo a veces la teoría nos permite predecir hechos acerca de los estados clásicos de un sistema, y esto siempre es en términos de probabilidades. Lo que se niega es que haya un principio universal que permita, aunque sea en términos de probabilidades, relacionar estados cuánticos con estados clásicos de sistemas físicos. A veces esta relación puede encontrarse, y a veces no. Algunos sistemas tienen estados clásicos; otros, estados cuánticos, y otros tienen ambos, pero no hay manera de caracterizar estos sistemas de manera sistemática. Se suele suponer

[27] No vamos a detenernos a mostrar estos problemas; el lector interesado puede encontrar los argumentos en casi cualquier libro sobre el tema. Una recopilación de artículos sobre el tema es Castellani (1998).

que la llamada interpretación generalizada de Born nos permite precisamente relacionar estados cuánticos con estados clásicos de manera sistemática. Cartwright (1995) niega que este supuesto sea aceptable. El supuesto asume que la medición puede entenderse como una medición ideal que en la interpretación vuelve prescindible la mediación de instrumentos; pero en la mecánica cuántica hacemos predicciones sobre mediciones realizadas *por medio de aparatos específicos*. Asumir que podemos abstraernos de la mediación de los aparatos y, por lo tanto, del contexto en la generación de inferencias predictivas no es algo que tenga sustento en la experiencia.

Desde esta perspectiva, el azar del mundo cuántico se manifiesta en la imposibilidad de generalizar inferencias respecto de la relación entre estados cuánticos y estados clásicos. *Los sistemas tecnológicos que permiten formular predicciones exitosas de la mecánica cuántica explotan esas relaciones causales establecidas "accidentalmente" entre el nivel cuántico y el nivel macroscópico, esto es, relaciones que son producto de la "historia" de la estructura causal del mundo*. Pero, entonces, las inferencias respecto de la relación de estados que podemos hacer en una situación específica, a partir de un sistema tecnológico, no tienen por qué ser válidas respecto de otro sistema tecnológico, ni siquiera "en principio". Nuestra tecnología nos permite ir trazando un mapa de esas relaciones entre estados, pero no tenemos por qué pensar que en algún sentido nos estamos aproximando a una caracterización irrestrictamente general. Así, la relación entre estados cuánticos y clásicos es una relación contingente.

Esta forma de entender la relación entre la mecánica clásica y la cuántica sugiere una manera en que el concepto de heurística podría entrar en la física en un nivel fundamental. Nótese que esta propuesta cuestiona de raíz la idea todavía muy aceptada de que la física es una ciencia cerrada, en el sentido de que sus conceptos y sus leyes, a diferencia de otras ciencias, constituyen un sistema autónomo. Según esta idea tradicional, todo lo que se requiere para hacer una predicción o explicación física, y para mejorarla, es tomar en cuenta conceptos y leyes físicas. Por el contrario, los argumentos que puedan esgrimirse en contra de la idea de que

sólo en la física las leyes no son leyes *ceteris paribus* contribuirían a sustentar la tesis de que la mediación tecnológica es indispensable en la formulación de leyes de la física, tal como la existencia de organismos vivos es condición *sine qua non* para formular las leyes de la biología. Más aún, consideramos que la mejor manera de formular las implicaciones de una interpretación del problema de la medición en la mecánica cuántica, como el que se sugirió antes, sería diciendo que por lo menos algunas leyes en la física son implicaciones materiales, en el sentido de que sustentan inferencias que dependen del contenido tecnológico de una atribución de estado, por ejemplo.

Bien puede ser que esta manera de entender la física no sea correcta. Puede ser que en la física el razonamiento heurístico se subordine epistémicamente a leyes fundamentales. Lo que sugerimos antes es que, incluso en la física, hay razones para pensar que el razonamiento heurístico tiene un papel no subordinable a algoritmos, pero reconocemos que propuestas en esta dirección son controversiales. Sin embargo, en otros ámbitos de la ciencia, la idea de que el razonamiento heurístico no se subordina o es explicable en términos de algoritmos es más claramente defendible.

Reconocer la mediación de la tecnología en la conformación de categorías epistémicas básicas de la ciencia (como la predicción y la confiabilidad) es reconocer que el avance del entendimiento científico requiere tomar en cuenta cómo se va estructurando ese conocimiento en una gran diversidad de prácticas, que de muy diferentes maneras van trazando mapas de lo que puede hacerse y lo que no, y en este sentido van delimitando las fronteras contingentes de las leyes. Estas fronteras contingentes están relacionadas de muy diferentes maneras unas con otras y su corporeización en sistemas tecnológicos u organizaciones de muy diverso tipo constituye lo que vamos a llamar una *estructura heurística*. Así, *la mediación (contingente) de la tecnología o de las organizaciones, corporeizada en estructuras heurísticas, desempeñaría un papel indispensable en la explicación filosófica de la naturaleza del conocimiento científico*.

En la filosofía de la ciencia es común hablar de que la racionalidad científica es no algorítmica; por esto se entiende que las

decisiones racionales respecto de la elección de teorías no pueden modelarse como si respondieran a reglas universalmente válidas. A diferencia de lo que todavía se suele pensar –que es posible encontrar una medida objetiva del grado de apoyo que una determinada evidencia le otorga a una teoría– el historicismo en la filosofía de la ciencia ha hecho que se arraigue la idea de que la racionalidad es no algorítmica, en el sentido de que considera que la elección de teorías depende de compromisos o valores comunitariamente sostenidos o reforzados. El sentido en el cual caracterizamos la ciencia como no algorítmica en este capítulo es diferente. Una manera de entender la no algoritmicidad de una teoría consiste en sostener que las predicciones de la teoría no se relacionan por medio de un algoritmo con los resultados experimentales que puedan apoyarla (Geroch y Hartle, 1986). Según los ejemplos presentados, la relación puede interpretarse como si estuviera mediada por estructuras heurísticas corporeizadas en sistemas tecnológicos. Si bien las predicciones de la teoría no están algorítmicamente relacionadas con los resultados experimentales que pueden apoyarlas, es posible que estén sistemáticamente relacionadas con ellos por medio de los sesgos sistemáticos distintivos de las reglas heurísticas y que, en última instancia, apoyen inferencias que apunten a una estructura causal, construida a partir de aspectos contingentes del mundo, que se articule de manera sistemática en sistemas tecnológicos.

Esto exige buscar la manera de entender la epistemología de un modo que no imponga fronteras artificiales entre una teoría de las prácticas y una teoría del conocimiento, y que en particular permita replantear, de manera diferente a la que hasta ahora ha sido habitual, el papel de las prácticas científicas en la conformación del conocimiento científico. No sólo se trata de modelar en un espacio abstracto las restricciones que las prácticas imponen, también es necesario tomar en cuenta la historia de esas prácticas y la manera en que ellas, las más de las veces implícitamente, articulan valores y normas (epistémicos y no epistémicos) como parte de los patrones de interacción y relación con otras prácticas que han sido estabilizados a través de la historia del conocimiento.

5. La estructura heurística de la racionalidad

El concepto de heurística en la psicología muchas veces no tiene que ver con un proceso de descomposición de un problema en problemas más simples, sino en el uso de una regla simple para la solución de un problema que puede requerir de información que no tenemos a la mano. Por ejemplo, si nos preguntan "¿qué ciudad tiene más habitantes, la ciudad *A* o la ciudad *B*?", una regla heurística que parece ser muy utilizada en las respuestas a este tipo de preguntas es considerar cuál de esas ciudades hemos oído mencionar más. Sin embargo, no es claro que este sentido de heurística tenga mucho que ver con la forma en que entran heurísticas en la biología de la conservación. Una de las heurísticas más usadas en la biología de la conservación es la conocida como *heurística de la rareza* (véase Ferguson y Burgman, 2000). Ésta se usa para decidir a qué poblaciones dedicar mayor esfuerzo de conservación. Es decir, a grandes rasgos, la heurística dice que la rareza es un valor que le da peso a nuestra decisión.

Es claro entonces, de lo dicho hasta ahora, que hay muchos tipos de heurísticas y que no se distinguen como tales. Ahora bien, todo lo que requerimos nosotros de lo que llamamos una heurística es que sean razonamientos, o componentes de razonamientos importantes en la ciencia, que no puedan justificarse por medio de reglas generales de razonamiento y que se distingan por un sesgo (que es una consecuencia directa de la pretensión de generalización falible que sustentan). Ahora bien, las heurísticas no tienen que verse como meras generalizaciones que funcionen de manera independiente unas de otras. El sesgo debe verse como una expresión de su interdependencia.

Uno puede pensar que la regla de cálculo (véase sección 5.2), como artefacto, es una manera de producir heurísticas; pero en realidad lo importante para los ingenieros no era el producto aislado, sino la capacidad de la regla para generar representaciones gráficas de problemas que podían ser resueltos utilizando ese artefacto. Este ejemplo sugiere algo que, pensamos, es crucial para entender el papel del razonamiento heurístico en la ciencia. El razonamiento heurístico en la ciencia no debe verse como una

colección de heurísticas para las que no importa cómo se obtengan ni cómo se relacionen. Por lo general, las heurísticas que importan en la ciencia, como en la vida diaria, son parte de *artefactos* productores de heurísticas. Los artefactos no tienen que ser de madera o de metal, sino que pueden ser modelos matemáticos.[28] Aprender a usar una regla de cálculo requería una cierta destreza manual y visual que tenía que aprenderse; requería además aprender una serie de algoritmos y fórmulas de conversión que tenían que usarse de manera escalonada y en cierto orden para lograr llegar a un buen resultado; requería también conocer heurísticas de estimación del resultado para poder detectar errores, bastante comunes en los cálculos que se hacían rápidamente.

Así, las heurísticas basadas en una regla de cálculo tienen que entenderse como parte de un todo orgánico organizado en (o sustentado por) un artefacto. Aprender a usar la regla de cálculo no puede hacerse sin tener una regla en la mano. De la misma manera que aprender a andar en bicicleta requiere que aprendamos con una bicicleta. Las aplicaciones pueden ser muy variadas y pueden o no tener conexión entre sí, pero las heurísticas tienen una cierta estructura; la resolución de un problema requiere la aplicación de determinadas heurísticas en un cierto orden; que no está fijo ni determinado de una vez y para siempre: a veces el orden puede cambiarse, a veces no; hay diferentes caminos para llegar al mismo objetivo. Esta estructura de las heurísticas (que incluye un abanico de posibles órdenes de aplicación seriada) es un ejemplo de lo que estamos llamando estructura heurística.

Podría argüirse que en muchos casos las heurísticas son reglas aisladas. Por ejemplo, si queremos encontrar las raíces de un polinomio y utilizamos la heurística de "buscar factores del término independiente" parece que no tenemos por qué ver la heurística como parte de una estructura sustentada por algún tipo de artefacto. Puede ser. Nuestra tesis no requiere que todas las heurísticas se modelen como si estuvieran derivadas o interconectadas a través de artefactos. La tesis es que un aspecto epistémicamente importante es la manera en la que, muchas veces, las heurísticas

[28] Véase, por ejemplo, Knuuttila (2005).

forman paquetes estructurados de heurísticas, que sirven como modelo de racionalidad. La estructura en cuestión es funcional y organizacional. Esa estructura es importante para aprender el uso apropiado de las heurísticas porque esa estructura se aprende al tiempo que se aprende a usar un artefacto.[29] La estructura heurística de la racionalidad puede estudiarse desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, uno puede tratar de dar cuenta de ese tipo de racionalidad estudiando el tipo de organizaciones que sustentan. Modelos de organizaciones como sistemas orientados a fines son una manera de estudiar esta estructura heurística. Históricamente, estos modelos han estado ligados a la búsqueda de principios administrativos que permiten la coordinación más eficiente para el desarrollo de tareas específicas. Herbert Simon y la llamada escuela de Carnegie introdujeron modelos de organización que agregaban a la importancia de estudiar las organizaciones, desde el punto de vista de sus fines, el estudio de restricciones que se manifiestan en lo que Simon (1955) llama *racionalidad acotada*, que involucra un análisis de cómo restricciones de muy diverso tipo, entre las que se incluyen estructuras formales y alianzas políticas, desempeñan un papel en la toma de decisiones. La idea central de Simon es que la caracterización de la racionalidad en términos de reglas sobre qué hacer o qué no hacer no puede llevarnos a un buen modelo de la racionalidad. Un modelo realista de la racionalidad humana, nos dice Simon, es un modelo en el que la información fragmentaria acerca de fines y medios nos lleva a elecciones que satisfacen ciertas condiciones mínimas de adecuación, pero que por lo general no agotan las alternativas posibles desde la perspectiva de un modelo de elección racional maximizador (que en principio requiere que se tenga conocimiento de todas las posibles alternativas en la elección). A diferencia del modelo tradicional utilizado en la economía neoclásica (y en muchas filosofías del razonamiento práctico) en el que el agente está motivado por

[29] En realidad creemos que puede defenderse la tesis de que las heurísticas son siempre (partes de) artefactos cognitivos y que nunca son reglas aisladas. Esta interconexión de heurísticas (a través de los artefactos cognitivos en los que cumple su papel normativo en diferentes prácticas) es importante para aprender el uso de heurísticas complejas que requieren del uso de varias heurísticas en sucesión o simultáneamente.

sus propios intereses, el "hombre administrativo", nos dice Simon, no sabe bien cuáles son sus intereses, pero toma las decisiones a partir de la información que tiene respecto de alternativas, y toma una decisión adecuada en ese contexto acotado por su ignorancia del resto y guiado por ciertas reglas heurísticas. Un ejemplo de este tipo de reglas es la que dice: una vez encontrada una solución a un problema determinado, la cual satisfaga ciertas condiciones mínimas de adecuación y que equivalga a una simplificación del problema, tomamos esa solución al problema simplificado como la solución al problema original.

Una variante de este enfoque (Cyert y March, 1963) estima que las decisiones se toman a partir de un cierto conjunto de hechos y de alternativas que se consideran que están dados por la situación, y que es en ese contexto simplificado donde se toman las decisiones. Desde esta perspectiva *la racionalidad está implícita en la estructura de la organización en cuestión*. Las diferentes funciones, habilidades y, por lo tanto, procesos de aprendizaje y procesos operacionales acotan las maneras en las que los agentes evalúan la situación y deciden cuáles son las alternativas y los criterios de éxito.

Otro tipo de enfoque para el estudio de las organizaciones, desarrollado principalmente por sociólogos (muchos de ellos influidos por el estudio pionero de Robert Merton, de 1957) considera que las organizaciones (o si se prefiere, los agentes en ese contexto) llegan a tomar decisiones a través de un complejo sistema de restricciones que guían las acciones individuales. A ese sistema complejo de restricciones se llega por un equilibrio entre las diferentes expectativas y los "roles" de los agentes.

Otras maneras de estudiar la racionalidad en el contexto de las organizaciones recalca la importancia que tienen las plantillas o los esquemas cognitivos distintivos de las diferentes organizaciones en las actividades cognitivas (Walsh, 1995). En psicología educativa muchas veces se habla de los esquemas como meras maneras de organizar información. El sentido que nos interesa de esquema en el contexto de nuestra discusión tiene que ver sobre todo con la idea de esquema como plantilla que nos guía para la representación de elementos y relaciones (DiMaggio, 1997)

en situaciones de información incompleta. En este sentido, los esquemas pueden verse como guías para el tipo de abstracciones que estructuran nuestro entendimiento de una situación, en el contexto de una cierta organización. Estos esquemas se aplican a través de diferentes situaciones siempre y cuando se reconozca que estamos lidiando con el tema del esquema. Los esquemas pueden entenderse de una manera muy amplia y se puede considerar que los modelos basados en roles y aquellos basados en propuestas de racionalidad acotada (mencionados arriba) son casos especiales de esquemas.

Un problema con los modelos basados en esquemas es que se vuelven tan incluyentes que ya no se sabe bien qué incluyen y qué no. Otro problema con estos modelos proviene de supuestos ampliamente cuestionados hoy en día. Estos modelos de esquemas, son por lo general, utilizados para explicar el procesamiento de información como un proceso guiado por teorías (Carson *et al.*, 2003) y de manera natural parten del supuesto de que los procesos cognitivos en cuestión pueden analizarse, en última instancia, como si tuvieran lugar dentro de la cabeza. La estabilidad de los esquemas se sustenta en la estabilidad de rasgos cognitivos de los agentes que no entran en el análisis. Hoy existe una cantidad importante de estudios que cuestionan este supuesto. Hay mucho trabajo experimental que muestra que para entender la toma de decisiones en contextos caracterizados por información incompleta, debemos incorporar en nuestros modelos la forma en que los diferentes contextos de organización, o simplemente los contextos dados por la estructura de las tareas en cuestión, cumplen un papel crucial en la manera en que los esquemas explican el comportamiento. Boland (*et al.*, 1994), por ejemplo, ha mostrado cómo la presentación de la información influye sobre la manera en que se toman las decisiones. Éste es también un tema importante en la propuesta de Gigerenzer respecto del papel de las heurísticas en el razonamiento (véase, por ejemplo, Gigerenzer *et al.*, 1999).

Si bien la importancia del contexto en la manera en que los esquemas desempeñan su papel cognitivo es ampliamente reconocido, hay muy pocos trabajos que tratan de entender desde

un punto de vista cognitivo cómo tiene lugar esta influencia del contexto en los esquemas. Gigerenzer y sus colaboradores reconocen que el contexto es un factor que hay que tomar en cuenta en la explicación de cómo funcionan cognitivamente las heurísticas (Gigerenzer y Todd, 2000), pero no hay un intento por parte de Gigerenzer o sus colaboradores por explicar este tipo de interacción entre contexto y heurística como parte de un modelo de cognición. Tanto en los modelos de racionalidad acotada, como en los modelos de toma de decisiones en el contexto de organizaciones, se sugiere que el contexto desencadena la selección de la heurística o del esquema que se utiliza, pero no hay una explicación de cómo podemos explicar cognitivamente este proceso. Gigerenzer reconoce que si estamos en un contexto *X*, entonces vamos a tender a utilizar una cierta heurística. De manera análoga, Jackson y Dutton (1988), por ejemplo, arguyen que si interpretamos un acto como una amenaza, vamos a considerar como alternativas un cierto conjunto de posibles comportamientos diferentes a los que tendríamos si consideramos ese acto como una oportunidad. Otro tipo de problemas estudiados y discutidos sobre todo en la psicología educativa tienen que ver con los problemas de los estudiantes para aplicar el conocimiento aprendido en las aulas a situaciones de la vida diaria. Y, por otro lado, muchas veces se hacen generalizaciones de manera sistemática que son inapropiadas. Esto ha llevado a sugerir que el conocimiento tiene que entenderse como algo aprendido en un contexto determinado y aplicado en un contexto determinado, y que entonces ese conocimiento es "situado, en la medida en que es, en parte, producto de la actividad, el contexto y la cultura en la que se desarrolla y usa" (Brown *et al.*, 1989: 32). Así, la idea es que la cognición se considera situada en la medida en que son situaciones particulares las que traen a colación esquemas particulares, y son esos esquemas los que a su vez promueven (basados en procesos previos de aprendizaje) que ciertos atributos de la situación sean relevantes. Esto puede ser correcto, pero queda pendiente de explicación qué es lo que sucede en el nivel cognitivo en este tipo de interacciones entre situaciones y esquemas. ¿Cómo tiene lugar la interacción entre contextos organizacionales y esquemas?

La búsqueda de una explicación nos lleva a la necesidad de dar cuenta del carácter situado de la cognición desde la perspectiva de los modelos de la cognición situada. Hay muchos modelos de cognición situada que han sido desarrollados en diferentes disciplinas. El carácter situado de la cognición puede analizarse a partir de estudios concretos de la interacción entre los contextos culturales y la cognición. Ésta es la manera en la que la ha interpretado Lave y Wenger (1991), por ejemplo. La idea es recopilar casos concretos de maneras en las que la interacción entre esquemas y contexto tiene lugar. Esto es indudablemente un paso importante, pero para poder entender a fondo el carácter situado de la cognición que tiene lugar a través de los modelos de racionalidad acotada (ya sea utilizando esquemas o heurísticas), se requiere desarrollar clasificaciones de los tipos de interacción que llevan a la cognición situada. Elsbach, Barr y Hargadon (2005) presentan una propuesta en esta dirección, con base en la idea de que los procesos cognitivos son situados en cuanto interacciones entre individuos o colectivos que forman parte de procesos cognitivos en contextos organizacionales específicos en tiempos definidos. Como es común en este tipo de propuestas, estos autores identifican una cognición situada con un marco perceptual transitorio, que surge de las interacciones de la cognición y el contexto; consideran que ese marco guía la atención, las acciones y los procesos de interpretación. Hacen una revisión de quince años de investigaciones empíricas sobre la interacción entre esquemas cognitivos y contextos organizacionales y concluyen que es posible distinguir cuatro patrones de interacción entre esquemas cognitivos y contextos organizacionales (Elsbach *et al.*, 2005: 424). Estos diferentes patrones surgen de las interacciones entre esquemas específicos y contextos culturales o institucionales específicos. Para nuestros propósitos no es necesario entrar en detalles sobre los diferentes patrones de interacción, porque lo que nos interesa es hacer ver un tipo de estrategia de alcance en las ciencias de la educación que busca identificar los diferentes tipos de cognición situada que se dan en las organizaciones como parte de un modelo para entender la racionalidad.

No dudamos que, como lo muestran Elsbach y sus colaboradores, una clasificación de esta naturaleza puede ayudarnos a entender una gran variedad de estudios que están intentando demostrar cómo el carácter situado de la cognición desempeña un papel en la estructura organizacional del razonamiento.

6. Explicación, reduccionismo y mecanismo

En este capítulo hacemos ver cómo tomar en serio las prácticas, como sustrato epistémico, nos permite replantearnos de manera productiva el problema del reduccionismo y el problema de determinar qué es una explicación científica. Ambos son temas centrales en la filosofía de la ciencia. Empezamos con una breve reseña del tema de la explicación científica y del reduccionismo en la filosofía de la ciencia, y analizamos cómo y por qué están relacionados con diferentes acepciones de mecanismo y causalidad. Finalmente mostramos las dificultades que tienen las maneras tradicionales en la filosofía de la ciencia de tratar esos temas y mostramos el tipo de enfoque que permitiría desarrollar una filosofía de la ciencia centrada en prácticas.

Nuestra tesis no es que una filosofía de la ciencia centrada en prácticas cambie radicalmente la manera de plantear los problemas filosóficos o que no existan maneras de plantear los problemas centrales en la filosofía de la ciencia que no recurran a las prácticas, por ejemplo, en términos de modelos. Más bien, como veremos cuando hablemos del reduccionismo y la explicación científica, hay aspectos importantes en los problemas filosóficos que no pueden apreciarse cabalmente desde la perspectiva de teorías o modelos particulares. Por ello se requiere tomar en cuenta las complejas relaciones epistémicas entre diferentes prácticas y estilos o tradiciones de modelización, y la manera en que esas diferentes prácticas interactúan y cooperan para delinear una agenda

de investigación y en particular para delinear los criterios respecto hacia dónde se buscan avances (véase capítulo 8).

1. La explicación hempeliana y sus problemas

¿Cómo distinguimos el tipo de creencias que consideramos epistémicamente valiosas de las que no lo son? Esta distinción es parte del origen mismo de la ciencia y la filosofía. Es una distinción que cumple un papel crucial en los escritos hipocráticos y en los primeros escritos filosóficos griegos. Una manera tradicional de responder es que el conocimiento, es decir, las creencias epistémicamente valiosas, son justificadas y verdaderas. Sin embargo, no es nada fácil aclarar qué entendemos por justificación, menos aún cómo relacionamos este requisito epistémico con el requisito metafísico de que las creencias sean verdaderas. La filosofía de la ciencia ha tratado de dar respuesta a esta pregunta diciendo que el conocimiento consiste en explicaciones científicas que satisfacen ciertos requisitos que permiten distinguir buenas de malas explicaciones y que podemos formular claramente.

El problema muchas veces es cómo distinguir una explicación científica de una descripción cualquiera. Uno puede describir con todo detalle las propiedades de un electrón, pero eso no es suficiente para explicar la estructura de la materia. La idea es que explicar un fenómeno es algo más que describir las estructuras involucradas. Es muy común pensar que lo que se tiene que agregar para que haya una explicación es una identificación de las causas que son relevantes. Muchos autores, influidos por este compromiso de la explicación con el dar cuenta de las causas, piensan que las explicaciones son siempre causales; en este sentido se trata de exponer las causas que contribuyen a que un cierto tipo de proceso o suceso tenga lugar. Desde esta perspectiva, la descripción del movimiento de un objeto, por ejemplo, de un objeto que va de la posición *x* a la posición *y* es diferente a una explicación de por qué se mueve. Explicar requiere dar cuenta de las causas. Por supuesto, un problema es que no se

ha llegado a un acuerdo respecto de cómo entender esas causas exactamente. Esto ha llevado a muchos filósofos a proponer que la explicación no es primordialmente la identificación de las causas, o bien, a cuestionar que el tema de la explicación tenga interés epistemológico.

El interés en el tema de la explicación en la filosofía de la ciencia surge a raíz del rechazo que el positivismo tradicional, predominante en la primera mitad del siglo XX, sostenía hacia las discusiones sobre la explicación, porque consideraba que la ciencia sólo podía describir hechos y nada más. El positivismo recalcitrante, sin embargo, comenzó a considerarse problemático a principios del siglo XX debido a varios cuestionamientos filosóficos y a raíz de una serie de avances en la ciencia. Avances en la física teórica, como la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad de Einstein, no se prestaban para entender la historia de la física de acuerdo con el positivismo. Los físicos que reconocían la importancia de esas teorías y las consideraban mejores y más cercanas a la verdad que la teoría de Newton no podían contentarse con decir que las teorías eran sólo resúmenes de descripciones.

Carl Hempel, a mediados del siglo XX, hizo una propuesta concreta de cómo podemos entender la importancia epistémica de la explicación sin entrar en discusiones sobre causalidad. Para Hempel, las explicaciones son estructuras lingüísticas que satisfacen los criterios de lo que es un buen argumento. Las explicaciones son argumentos cuyas premisas describen el contexto específico de la explicación e incluyen por lo menos una ley de la naturaleza. La propuesta de Hempel se conoce como el modelo ND (nomológico-deductivo) y también como el modelo de cobertura por leyes, porque las explicaciones cubren el enunciado que ha de explicarse, el *explanandum*, en el sentido de que éste se sigue como consecuencia de las premisas que conforman el *explanans*, y ese *explanans* incluye por lo menos una ley. Si bien Hempel desarrolló su propuesta inicial generalizando a partir de casos en los que la explicación es un argumento deductivo, tiempo después hizo sugerencias de cómo podría extenderse su propuesta a argumentos no de-

ductivos. Puede haber casos de explicaciones de enunciados generales por cobertura, y puede haber casos en los que el argumento es no deductivo.[30]

La propuesta de Hempel es atractiva porque cumple dos condiciones deseables en un modelo filosófico de la explicación. Por un lado, permite ver las explicaciones científicas como un uso especializado de un tipo de argumentación ampliamente utilizado en el lenguaje ordinario. Y por otro, nos da un ideal normativo acerca del tipo de explicaciones al que debemos aspirar para tener explicaciones científicas de la mejor calidad. Ambas condiciones parten del supuesto de que una explicación tiene un valor epistémico que va más allá de lo que los hechos descritos en lenguaje observacional pueden decirnos. Así, uno puede describir con todo detalle cómo un día que hizo mucho frío, el radiador del automóvil de Hempel se rompió. Uno puede describir con todo detalle las rajaduras, la temperatura que había afuera, etcétera. Todos esos detalles descriptivos no agregan nada a los hechos que podemos constatar. Una explicación es algo más que una descripción. Por ejemplo, si decimos que el radiador se rompió porque la temperatura bajó tanto que se congeló el agua del radiador, estamos dando (el esbozo de) una explicación. Esto no es una mera descripción; por lo menos estamos dando implícitamente un argumento. El esquema del argumento es el siguiente: podemos aceptar como verdadera una serie de leyes de la física, en particular leyes respecto del comportamiento del agua cuando se congela. Se sigue de estas leyes que cuando el agua se congela aumenta su volumen, y cuando el volumen del agua aumenta dentro del radiador, presiona hasta que revienta algún ducto o parte. La explicación se puede plantear como un argumento deductivo ND en el que las premisas son enunciados que describen hechos, condiciones iniciales y leyes consideradas verdaderas. De estas premisas se sigue el hecho que queremos explicar, es decir, el que se rompa el radiador. Una explicación formulada como un argumento

[30] Para detalles de la propuesta de Hempel pueden consultarse muchos libros y artículos sobre el tema de la explicación. Véase, por ejemplo, Kitcher (1989).

deductivo válido es el ideal de una explicación científica completa. Una explicación completa es un argumento válido en el que todas las premisas están explícitas.

Hempel reconoce que no todas las explicaciones pueden aspirar al modelo ND e introduce dos modelos que, considera, son extensiones del mismo: el modelo DE (modelo deductivo estadístico) y el modelo IE (modelo inductivo estadístico). El modelo DE es una variante del modelo ND en la que, por lo menos, una de las leyes que figuran de manera esencial en la explicación es una regularidad que se describe utilizando una probabilidad. El modelo IE subsume la explicación de (enunciados que describen) sucesos individuales en leyes estadísticas. Por ejemplo, cuando uno explica que Juan se recuperó de gripe porque es muy probable que una persona sana no se muera de una gripe, se está dando una explicación IE (que por supuesto falta completar para que encaje con el modelo ideal, esto es, para que sea un argumento inductivo lógicamente válido).

En el caso más simple, una explicación IE tiene la forma:

$$\frac{\begin{array}{l}P(G/F) = r \\ Fb\end{array}}{Gb}$$

La primera premisa es una ley estadística que nos dice que la frecuencia relativa de los G en los F es de r, donde r es cercana a 1. La línea doble divide las premisas de la conclusión. Se usa línea doble para dejar claro que estamos hablando de un argumento inductivo y no de uno deductivo. En general, la pretensión del modelo de Hempel (o mejor dicho, de la familia de modelos de explicación que propone como extensiones del modelo ND) es que proporciona una base para sostener que las explicaciones son buenos argumentos para los cuales el criterio de corrección puede formularse en términos de su forma lógica.[31]

[31] Hempel entiende que un argumento está determinado por su forma lógica. Esta manera de caracterizar un argumento y sus criterios de corrección es hoy bastante controversial. Pero no lo era cuando Hempel propuso su modelo, que reducía explicaciones a argumentos cuya validez podía decidirse a partir de su forma lógica.

Desde la perspectiva positivista, no podía haber avances "revolucionarios", como en general se llegó a catalogar a las teorías cuántica y relativista. Era natural entender lo revolucionario de las teorías en términos de las (mejores) explicaciones que nos daban cuenta de los fenómenos, es decir, nos proveían un conocimiento que de alguna manera era cualitativamente mejor que el que teníamos antes. Decir esto requiere que entendamos que las teorías no solamente describen.

El modelo de explicación de Hempel permitía recuperar la legitimidad del concepto de explicación en el contexto de una filosofía empirista de la ciencia, sin tener que recurrir a nociones oscuras de causalidad o al uso de contrafácticos, o al menos ésa era su pretensión. Hempel reconoce que son contundentes las famosas críticas de Hume al uso de contrafácticos y de nociones de causalidad en epistemología, pero considera que podemos identificar un concepto de ley científica que sustente las explicaciones sin usar ese tipo de conceptos oscuros: las leyes científicas que sustentan las explicaciones no tienen valor epistémico porque describan causas, sino porque tienen una cierta forma lógica, son generalizaciones universales que satisfacen ciertos requisitos. Estas leyes pueden interpretarse como reconstrucciones racionales de lo que usualmente y de manera confusa se identifica en la ciencia como causas, o uno puede pensar que esas leyes simplemente permiten mostrar que la filosofía de la ciencia no requiere hablar de causas.

Ahora bien, el modelo de Hempel considera que uno de sus grandes logros es mostrar cómo es posible reconstruir racionalmente las explicaciones científicas sin tener que recurrir a nociones controversiales como causalidad. Las leyes se distinguen no por lo que describen sino por su forma lógica. Sin embargo, después de unas dos décadas de discusión al respecto, se concluyó que el concepto de ley que requiere el modelo de explicación hempeliano en cuestión es problemático. Una ley es una generalización con poder explicativo. Pero es claro que hay generalizaciones que no explican. Un ejemplo famoso es el de una persona que tiene diez monedas en su bolsillo, todas ellas de un peso. Inferir que la próxima moneda que guarde en el bolsillo será de un peso no es

una buena inferencia. El argumento de ejemplos como éste es que la forma lógica de los enunciados no es suficiente para distinguir entre las generalizaciones que son "accidentalmente verdaderas", y que no tienen fuerza explicativa, y las generalizaciones que sí la tienen. Una manera intuitiva de distinguir generalizaciones accidentales de generalizaciones explicativas, como la ley de Boyle para los gases ideales, es que en unas generalizaciones se apela a causas y en otras no. Pero esto le haría perder a Hempel su ventaja epistémica respecto de los modelos de explicación causal que se consideran problemáticos precisamente porque apelan a nociones causales (para mayores detalles al respecto, véase la discusión en Salmon, 1984).

Confrontado con estos problemas, Hempel sugiere que la distinción entre explicación y mera descripción de procesos puede hacerse de manera no circular, formulando requisitos que restrinjan el tipo de enunciados que pueden considerarse aptos para explicaciones. Por ejemplo, podemos exigir que los enunciados candidatos a ser leyes no puedan referirse a lugares o tiempos o circunstancias específicas, o no puedan referirse a los participantes en una reunión, pero esto excluye enunciados que parecen tener poder explicativo, por ejemplo, los enunciados generales de la biología, como las leyes de Mendel de la genética. Además, si se afirma que en realidad todo lo que el modelo requiere es que podamos hacer una distinción entre generalizaciones que tienen poder explicativo y generalizaciones que no lo tienen, entonces podríamos concluir que el modelo ND es dispensable. Las buenas explicaciones son aquellas que requieren de manera esencial la derivación a partir de una generalización con poder explicativo. Y el problema de decir cuáles son esas generalizaciones persiste (para detalles de esta discusión, véase la compilación de Kitcher y Salmon, 1989).

A lo largo de veinte años se publicaron muchos trabajos tratando de determinar las condiciones que distinguirían las generalizaciones con poder explicativo de las que no lo tienen, sin recurrir a nociones modales problemáticas, como causalidad o apoyo contrafáctico. La conclusión fue que esto no era posible. Hay una serie de argumentos bien conocidos que convencieron a los filósofos de la ciencia de que un proyecto de este tipo no iba a tener éxito. Un

problema muy famoso es el de la asimetría: uno puede, por ejemplo, derivar el largo de la sombra de un poste a partir de enunciados que nos digan cuál es la altura del poste y cuál es el ángulo de inclinación del sol sobre el horizonte (además de leyes como que la luz se transmite en línea recta). Pero no nos parece explicativa la derivación de la altura del poste a partir del largo de la sombra y del ángulo de inclinación del sol. Esto sugiere que lo que consideramos explicativo involucra elementos psicológicos o contextuales que nos hacen ver como diferentes esas dos derivaciones.

Otro problema es el de la irrelevancia explicativa. Salmon hizo famoso el siguiente ejemplo:

1. Todos los hombres que toman píldoras anticonceptivas no resultan embarazados.
2. Juan es un hombre que ha tomado píldoras anticonceptivas regularmente.

---

3. Juan no se ha embarazado.

Es claro que no es aceptable explicar el hecho de que Juan no se haya embarazado a partir de la verdad de 1 y 2. De nuevo, si apeláramos a una idea intuitiva de causa parece que podríamos fácilmente dar cuenta de la diferencia.

El reconocimiento de que en la ciencia el concepto de probabilidad cumple un papel crucial en muchas explicaciones hace todavía más inverosímil el modelo de Hempel. Para incorporar en su análisis las explicaciones que involucran probabilidades, introduce el modelo DE (modelo deductivo estadístico) y el modelo IE (modelo inductivo estadístico). Aquí hablaremos brevemente del segundo modelo.

Uno puede fácilmente encontrar ejemplos de explicaciones inductivas que encajan en el modelo IE. Por ejemplo, ¿por qué el peso molecular de esta muestra de agua es 18? Porque es una molécula de agua que no incluye ningún isótopo de hidrógeno, algo que sucede en 0.98% de los casos. El argumento es inductivo porque está basado en la ley estadística según la cual las moléculas de agua son, con una alta probabilidad, moléculas con peso

molecular 18. Un ejemplo muy conocido de Hempel es el de John Jones. John se recupera rápidamente de una infección de estreptococo. La explicación de la rápida recuperación es que John tomó penicilina, y es una ley estadística que la mayoría de la gente que toma penicilina se recupera rápidamente de esas infecciones.

Ahora bien, como Salmon hizo notar, estos ejemplos pueden modificarse un poco para hacer ver un problema con este modelo de explicación. Es sabido que hay variedades de bacilos que son resistentes a la penicilina, por lo que si John tiene ese tipo de infección no va a tener una recuperación rápida (con alta probabilidad). En este caso parece que tenemos una explicación de una recuperación lenta (con alta probabilidad), que tiene premisas compatibles con una explicación de una recuperación rápida (con alta probabilidad). Posibles maneras de responder a estas objeciones han sido objeto de innumerables ensayos (véase Salmon, 1989 para una reseña detallada).

2. Causas y mecanismos

Wesley Salmon desarrolló un modelo de explicación que parte de aceptar que no es posible dar cuenta de lo que son explicaciones en la ciencia dentro de un modelo filosófico general, a menos que se parta de asumir que existe algún concepto causal primitivo, que Salmon consideró que debía ser el concepto de relevancia estadística (Salmon, 1970). La idea básica es que no es el concepto de alta probabilidad lo que es crucial en las explicaciones, sino la comparación entre probabilidades. Esto requiere introducir el concepto de clase de referencia. La explicación de un suceso tiene lugar en referencia con una clase de sucesos. John, en el ejemplo de Salmon, es una persona que pertenece al conjunto de las personas que tienen una infección de estreptococo. La probabilidad de recuperación rápida no es muy alta. Pero si ahora consideramos a John como parte del conjunto que tiene una infección de estreptococo tratado con penicilina, entonces la probabilidad de rápida recuperación aumenta bastante. La explicación de la recuperación rápida de

John puede formularse en términos de ese cambio fuerte en la probabilidad del suceso que tiene lugar cuando distinguimos entre dos clases de sucesos.

Esta propuesta de Salmon se ajusta a bastantes explicaciones científicas. El problema es que introduce complicaciones en el modelo filosófico que terminan siendo insuperables. Hace que las explicaciones sean dependientes del origen de los sucesos, para comparar las probabilidades. Esta conclusión lleva a Salmon a abandonar el intento de entender la causalidad en términos estadísticos (como una relación de relevancia estadística), y lo hace proponer que es necesario (después de todo) introducir un concepto de causa objetivo, que nos permita sustentar la objetividad de las explicaciones.

La manera en que Salmon formula la idea de causalidad en cuestión parte de la caracterización del proceso causal como un proceso físico que tiene la capacidad de transmitir una marca o señal de manera continua. Una piedra que se lanza contra una ventana puede ir envuelta en un papel o llevar una inscripción. Este concepto de proceso causal debe verse en oposición a procesos pseudocausales que no tienen la capacidad de transmitir una marca. Una sombra, por ejemplo, no nos permite transmitir una marca.

Ahora bien, esta idea de Salmon tiene serios problemas. Para empezar, en la medida en que su caracterización de lo que es un proceso causal se da en términos de contrafácticos (los procesos causales tienen la capacidad de transmitir señales, pero no necesariamente las transmiten) su propuesta es insatisfactoria –por lo menos de acuerdo con los criterios de lo que es un buen modelo según Salmon–. Por otro lado, un proceso causal paradigmático para Salmon, como para Hume, es el movimiento de las bolas de billar sobre una mesa. Es claro que muchos procesos de la vida diaria y la física básica encajan con este paradigma. Pero muchas explicaciones causales en la ciencia no encajan con esta manera de caracterizar un proceso causal. La explicación por selección natural, tan común e importante en biología, no puede caracterizarse de esa manera (véase Woodward, 1989). Incluso para el ejemplo paradigmático de las bolas de billar, la caracterización del movimiento de las bolas como un proceso causal asume que

podemos considerar relevante para la explicación el *momentum* (y utilizar la ley de conservación del *momentum* para dar cuenta del comportamiento de las bolas). Pero no hay ninguna razón para escoger el *momentum* y no una marca de yeso en las bolas como si llevaran el peso de la explicación (Hitchcock, 1995). Si dijéramos que la marca de yeso no obedece una ley de la física, mientras que el *momentum* sí, estaríamos entrando en un círculo.

La historia arriba resumida puede llevarnos a diferentes conclusiones y propuestas. Una posible conclusión sería el punto de partida de lo que se conoce como el nuevo mecanicismo. Como otras alternativas a Hempel con un enfoque teoreticista, el mecanicismo parte de un diagnóstico según el cual el problema con la propuesta de Hempel es que pretendía encontrar el paradigma de lo que es una explicación en la forma lógica de las explicaciones. El mecanicismo considera que no es en la forma lógica, sino en el concepto de mecanismo donde podemos encontrar el paradigma de lo que es una explicación. Por supuesto, esto requiere que podamos caracterizar tal noción de mecanismo y que podamos dar buenas razones para pensar que, si no en su totalidad, por lo menos la columna vertebral de la ciencia corre a lo largo de explicaciones mecanicistas. Como veremos, este tipo de propuesta, si bien avanza mucho en el tema de la explicación, es problemática en la medida en que pretende ser hegemónica.

Para el mecanicismo, una buena explicación de un fenómeno es la descripción de un mecanismo (o mecanismos) que da cuenta del fenómeno a partir de las funciones que ejecutan sus diferentes componentes (Wimsatt, 2002; Craver, 2007). Por capacidad de un mecanismo se entiende la suma de las actividades de sus componentes. La explicación de la capacidad de un mecanismo consiste, por ello, en su descomposición en funciones asociadas con componentes específicos. La capacidad de un computador para traducir del inglés al castellano puede explicarse haciendo ver las diferentes maneras en las que partes de *hardware* y de *software* desempeñan un papel en el proceso de traducción. En general, una explicación mecanicista hace ver cómo ciertos rasgos de los componentes de un mecanismo son causalmente relevantes (en

el sentido de que su modificación hace una diferencia causal) en la explicación de un fenómeno. Si un reloj de péndulo se retrasa, modificar la amplitud del movimiento del péndulo nos permite que el reloj sea más exacto. La amplitud del movimiento pendular es relevante para explicar la manera en que funciona el reloj. Los cromosomas, por ejemplo, son una parte relevante de la explicación de los patrones mendelianos de herencia; cuando existen diferencias en los cromosomas, nos llevan a cambios en los patrones de herencia.

Es indudable que hay muchas explicaciones mecanicistas en la ciencia y que la búsqueda de explicaciones mecanicistas en muchas áreas de la ciencia es un hecho, pero esto no quiere decir que haya razones para pensar que la búsqueda de explicaciones mecanicistas deba considerarse el objetivo epistémico preeminente. Para entender las razones de esta aseveración y las implicaciones para el tema central de nuestro libro, requerimos adentrarnos en el problema del reduccionismo.

3. El problema del reduccionismo

Uno de los temas centrales en filosofía de la ciencia ha sido desde siempre el tema del reduccionismo. No hay una sola manera de entenderlo a fondo, pero una forma clara de hacerlo es partir del supuesto de que la ciencia tiene que entenderse como una unidad y que esa unidad está dada por la aceptación de un tipo de lenguaje, un lenguaje fisicalista, en el que toda teoría científica debe, en última instancia, ser formulable en términos de los componentes conceptuales que nos suministra el lenguaje lógico. Carnap, por ejemplo, en un famoso artículo escrito en 1932, inició una serie de intentos por mostrar cómo incluso los enunciados psicológicos podían ser formulados en un lenguaje fisicalista. Este tipo de reduccionismo fue abandonado hace tiempo, pero la idea de que la ciencia se distingue por poseer una estructura lingüística única, sigue siendo una idea atractiva. Una manera de desarrollarla es a través de la tesis de que las explicaciones científicas son argumentos en los que por lo menos una de las premisas es

un enunciado que describe una ley de la ciencia. De acuerdo con esta propuesta, la unidad de la ciencia consistiría en la posibilidad de reducir las explicaciones utilizadas en las diferentes disciplinas a explicaciones de la forma ND de las que hablamos en la primera sección. Por ejemplo, las explicaciones funcionales (el tipo de explicación que apela al poder explicativo que tiene, por ejemplo, la función de un órgano o de un dispositivo) ampliamente utilizadas en las ciencias sociales y en la biología, deberían poder reformularse como derivaciones a partir de leyes generales. Ernest Nagel escribió varios estudios clásicos tratando de desarrollar este tipo de propuesta (Nagel, 1979). Hempel también desarrolló diversos trabajos tratando de mostrar cómo las explicaciones utilizadas en la historia pueden reformularse como explicaciones ND. La relevancia de este intento era clara. Si podía mostrarse que incluso la historia podía ser reconstruida con base en una formulación de explicaciones ND, entonces se estaría sugiriendo que toda la ciencia podía caracterizarse de esa manera.

Así, la tesis de que todas las explicaciones en la ciencia pueden (y deben) reconstruirse como explicaciones de cierto tipo (explicaciones ND en el caso de Nagel y Hempel) lleva a promover un proyecto reduccionista a través del cual se podían establecer criterios claros, y ese proyecto debería satisfacer cualquier relación de reducción entre teorías. Si todas las explicaciones son ND, una teoría se reduce a otra dependiendo de si los términos teóricos de la primera son definibles y si sus leyes son derivables en el lenguaje de la segunda teoría. En la medida en que, como hemos visto, la idea de que hay un lenguaje de las teorías que permite la formulación de explicaciones como argumentos es problemática, este tipo de proyecto reduccionista no es viable.

Si pensamos que la ciencia se distingue por explicaciones mecanicistas, entonces podemos promover un proyecto reduccionista basado en la idea de que la ciencia busca identificar (modelos de) mecanismos que nos permitan explicar la variedad de fenómenos en el mundo. Hay dos variantes importantes del mecanicismo como proyecto reduccionista. Ambas variantes pueden ya detectarse en los escritos de Descartes, sobre todo en relación con su tesis del "hombre-máquina". La primer variante que podemos llamar

nomológica-mecanicista consiste en la idea de que las leyes (que para Descartes eran las leyes fundamentales de la física) que rigen los componentes de los mecanismos y, por lo tanto, la relación parte-todo de los mecanismos, podían explicar las propiedades de todas las cosas materiales y las capacidades de todo lo que constituyen, incluidos los seres vivos. Así, en el fondo, la propuesta busca entender la ciencia como un conocimiento reducible a las leyes fundamentales de la física. La otra variante del mecanicismo, que podemos llamar *mecanicismo fenoménico,* promueve la tesis de que los diferentes fenómenos del mundo que la ciencia busca explicar son resultado de la interacción de mecanismos corporeizados en sistemas materiales. Estas dos variantes del mecanicismo, si bien pueden considerarse íntimamente relacionadas, son epistémicamente distinguibles. La segunda variante es, por lo menos en principio, compatible con la idea de que no hay leyes universales, mientras que la primera no. Lo que es particularmente importante para nosotros es que las dos variantes del mecanicismo tienen diferentes compromisos ontológicos. La primera se compromete con la física como teoría del todo, como teoría fundamental; la segunda se compromete con la existencia de mecanismos y de interacciones entre ellos, que requieren de ulterior explicación. Esa explicación ulterior puede darse a través de analogías, por ejemplo: Harvey comparaba el sistema circulatorio con un sistema de tuberías y al corazón con una bomba que hacía que circulara la sangre. Desde una perspectiva como la suya, el funcionamiento de un organismo vivo se entiende como un mecanismo complejo hecho de partes que obedecen a leyes mecánicas. Esto es, por supuesto, el punto de inicio de la fisiología experimental. En general, este segundo tipo de mecanicismo ha sido muy importante en el desarrollo de la ciencia experimental.

Esto no quiere decir que en las ciencias contemporáneas los científicos teóricos promuevan siempre el primer tipo de mecanismos y los experimentales el segundo. Bickle considera que en las neurociencias contemporáneas sólo las explicaciones a nivel molecular son realmente explicativas (véase Bickle, 2003). Como muchos otros científicos experimentales contemporáneos, Bickle no aceptaría que los mecanismos a los que se refieren sus

explicaciones estén basados en analogías (como sería el caso en el mecanicismo fenoménico). Él utiliza la famosa distinción entre sentido y referencia para decir que las diferentes teorías científicas comparten referentes. Por ejemplo, el dolor puede considerarse idéntico al proceso neuronal de activación de fibras c, si resulta que, de hecho, diferentes expresiones que se refieren al dolor se refieren al mismo tipo de proceso. ¿Pero exactamente qué queremos decir con "el mismo tipo de proceso"? Una forma clara de responder esta pregunta es partir del supuesto de que hay leyes fundamentales de la física y que toda explicación hace referencia, en última instancia, a ese nivel explicativo. Pero esto requiere que se abrace el primer tipo de mecanicismo. Una serie de argumentos ha sido esgrimida en las últimas décadas en contra de ese reduccionismo duro. Es necesario reconocer también que, por otro lado, el reduccionismo débil que iría de la mano del mecanicismo fenoménico no se puede caracterizar fácilmente. Todo depende de cómo entendamos lo que es un mecanismo.

4. ¿Qué es un mecanismo?

Desde Descartes se ha pensado que un mecanismo puede caracterizarse por principios de organización espacial. La idea es que un mecanismo tiene partes que desempeñan funciones determinadas, que se mueven de manera coordinada en un espacio confinado, y que esas partes tienen la capacidad de mantener esa organización espacial a través del tiempo. Un reloj mecánico tradicional es el paradigma de este concepto de mecanismo. Pero un problema es que no es obvio que un reloj tenga que tener partes en el sentido anterior. Un reloj podría estar compuesto de partes dispersas en diferentes lugares que no están en ningún sentido coordinados espacialmente, por ejemplo, si una parte del reloj está en la luna y otra gira en un satélite alrededor de la Tierra. Podríamos modificar nuestra manera de entender coordinación espacial para incluir este ejemplo, pero el problema es que no parece posible hacerlo de una forma que cubra las maneras posibles de construir un reloj. Si pensamos en un reloj

cuyas partes sean la sombra de un poste y un dial construido en el piso, no es obvio que el sentido en el que este reloj es un mecanismo sea el mismo en el que lo es un reloj común en la actualidad (digital) o el mismo sentido en el que decimos que un reloj mecánico, que era el tipo más común de reloj hasta finales del siglo XX (por supuesto, independientemente del hecho de que ambos se usan para medir el tiempo). Intuitivamente ambos son relojes porque marcan la hora. Pero entonces sería la función lo que distinguiría que esos mecanismos son de un cierto tipo. Y en ese caso caeríamos en un círculo vicioso, porque el concepto de mecanismo se introduce para dar cuenta del poder explicativo de los dispositivos que llevan a cabo funciones. Y si esos dispositivos sólo pueden caracterizarse como pertenecientes a un mismo tipo a partir de la función que desempeñan, entonces caemos en una circularidad explicativa. ¿Cómo hacemos la distinción entre los relojes que son mecanismos y aquellos que no lo son? ¿Un reloj de arena es un mecanismo? No parece posible caracterizar un reloj de arena por la organización espacial de sus partes, ¿los granos de arena son, cada uno de ellos, una parte del reloj?

Podemos tratar de caracterizar un mecanismo centrándonos en su función (o funciones). Un reloj se caracteriza por su función, dar la hora. Pero esto no es del todo correcto. Los japoneses adaptaron los mecanismos de los relojes tradicionales europeos del siglo XVI de manera que dieran la hora de acuerdo con la costumbre japonesa. Para ellos había seis unidades de tiempo entre el amanecer y el atardecer, por lo que las horas eran más o menos cortas dependiendo de la época del año. El problema sería si eso puede considerarse un reloj. En un sentido que tome en cuenta el contexto cultural, la respuesta es indudablemente que sí. Pero entonces un dispositivo, un mecanismo, no tiene una función unívoca que lo distinga más allá del contexto cultural en el que la función está bien definida.

Incluso en la ciencia contemporánea se habla de mecanismos en relación con cosas muy diferentes. En las neurociencias se habla de mecanismos para explicar la liberación de neurotransmisores por medio de un proceso que incluye la despolarización de canales de Ca_2+ que permite que el Ca_2 se difunda en la

célula y que los vesículos se peguen a la membrana y formen cierto tipo de complejos. ¿Es este sentido de mecanismo el mismo que se utiliza en geología para hablar de movimientos de placas tectónicas o el que se utiliza en la teoría de la evolución cuando se habla de la selección natural como mecanismo? Podemos encontrar elementos en común entre diferentes usos del término mecanismo, lo que es difícil de aceptar es que haya una definición que nos permita normar el uso del término mecanismo independientemente de su uso en prácticas específicas. Como vimos, es cuestionable asumir que haya leyes que sirvan de apoyo a las explicaciones mecanicistas, de manera que esas explicaciones puedan caracterizarse independientemente de los usos de los mecanismos en prácticas específicas. Pero entonces, el valor que tengan esos mecanismos como apoyo epistémico para las explicaciones no puede venir de una caracterización general (o definición) de mecanismo. De alguna manera tiene que sustentarse en las prácticas en las cuales esas explicaciones tienen fuerza normativa.

Si bien la idea de un programa reduccionista que conciba la ciencia como la encargada de describir un mundo constituido por una serie de mecanismos interconectados es indudablemente valiosa, no debemos olvidar que esa interconexión está enraizada, de alguna manera, en los contextos que le dan sentido a la organización de las partes que cumplen un papel en la explicación. Esos contextos podemos entenderlos de muchas maneras, pero nuestro argumento es que se delimitan, individuan y estabilizan como apoyo para las explicaciones,ya que hay actividades normadas, estables y reproducibles que sustentan el uso de los conceptos que desempeñan un papel en las explicaciones.

5. Reduccionismo y unidad en la ciencia

Hay diferentes maneras en las que propuestas reduccionistas tienen implicaciones para nuestra manera de entender la ciencia. William Wimsatt hizo una distinción entre dos proyectos reduccionistas (Wimsatt, 1974). El primer tipo de reduccionismo, para

Wimsatt, tiene un papel importante en la caracterización de la sucesión de teorías. Una reducción en este sentido es una relación entre estructuras teóricas por medio de la cual, típicamente, una teoría se transforma en otra (al utilizar aproximaciones y otros tipos de restricciones no lógicas). Así, por ejemplo, se dice que la teoría de la relatividad especial se reduce a la mecánica clásica en el límite cuando las velocidades son pequeñas (comparadas con la velocidad de la luz). El reduccionismo en este sentido cumple un papel regulativo que nos proporciona una base para decidir en qué situaciones utilizamos una teoría más simple y en qué casos tendríamos que usar una teoría más complicada (que nos dé una mejor aproximación a los fenómenos). Si queremos calcular la órbita de un satélite podemos usar la mecánica clásica si la velocidad del satélite es pequeña (entre otras condiciones que tienen que satisfacerse). Una relación como ésta es asimétrica y no transitiva. Así, en este sentido de reducción, lo que se logra o se busca es establecer relaciones de aproximación entre teorías, si bien estas relaciones de aproximación no se extienden más allá de situaciones concretas bien definidas por los tipos de modelos o los tipos de aplicaciones que, a su vez, se asocian con prácticas definidas. Por ejemplo, se habla de la reducción entre la genética molecular y la mendeliana (en este primer sentido de reducción), porque hay una serie de prácticas de laboratorio que relacionan modelos de esas teorías y que han establecido los límites en los que la teoría mendeliana puede considerarse una buena aproximación. Pero no tiene mucho sentido plantearse si hay una relación de reducción entre la teoría de la pangénesis de Darwin y la teoría de Mendel, o entre la genética molecular y la teoría de la pangénesis. La diferencia en estos dos casos tiene que ver precisamente con el hecho de que hay una larga historia de prácticas que relacionan las teorías que tiene sentido comparar y las que no.[32] Sobre esto diremos algo más en la siguiente sección.

[32] Por supuesto que uno podría pensar que las limitaciones útiles para las relaciones de aproximación (por reducción) tienen que ver con la verdad de las teorías. Pero esto no es nada simple de formular. Nótese que se considera muy útil y explicativamente productivo relacionar la teoría de Mendel con la genética molecular, si bien se reconoce que la teoría de Mendel no es, estrictamente

Por ahora, lo importante es que quede claro que este primer tipo de reduccionismo trata de situar las diferentes teorías respecto de las posibles aplicaciones y límites de sus explicaciones.

El segundo tipo de reduccionismo que distingue Wimsatt involucra el uso de identidades y localizaciones de mecanismos causales que permiten describir fenómenos en diferentes niveles de organización. Este reduccionismo plantea una relación explicativa entre dos descripciones de un fenómeno, pero la explicación no puede caracterizarse como un argumento con premisas que incluyan leyes universales, sino como una explicación causal que identifique una relación causal en términos de modelos o mecanismos. Kenneth Waters hace ver que lo que él llama el "principio generador de diferencias" (cuando las diferencias en un gen causan diferencias en el genotipo) funciona tanto en la genética clásica como en la genética molecular. Así, este principio permite establecer una relación entre mecanismos, que a su vez puede extrapolarse para hablar de una relación entre teorías. El punto es que los factores mendelianos de los que habla la teoría de Mendel pueden describirse por una serie de diferentes mecanismos, a través de la hipótesis de Boveri-Sutton (véase D'Arden, 1991), o por medio de mapeos de ligadura (véase Wimsatt, 1992), o por mecanismos propios de la biología molecular. Lo que nos interesa recalcar es que, si bien es posible hablar de este tipo de reducción como una reducción entre niveles de organización, lo que es crucial desde nuestra perspectiva es que una relación de reducción en el segundo sentido, lo que hace es *individualizar mecanismos o procesos como parte de sistemas complejos*. Desde esta perspectiva, las explicaciones que recurren a tales mecanismos no son derivaciones de leyes, sino explicaciones causales que pueden darse en términos de mecanismos, modelos, leyes no universales (fenoménicas), capacidades, etcétera.

En la sección 3 de este capítulo hicimos ver que es posible hacer distinciones entre por lo menos dos tipos de mecanismo, y como vimos en esta sección, una distinción semejante surge de considerar diferentes maneras en las que se puede hablar de

hablando, verdadera. En todo caso, la discusión sobre la verdad de las teorías no es pertinente para nuestra discusión.

reduccionismo entre teorías. Pero ambos tipos de distinciones apuntan no a la idea de que mientras más reducción, más unidad de la ciencia; por el contrario, sugieren que en un sentido importante (metodológico) la diversidad de mecanismos y modelos con valor explicativo no se va reduciendo, sino que aumenta.

Uno puede pensar que la identificación de esta gran variedad de mecanismos es simplemente una manera útil de hacer referencia a leyes de correspondencia (Kim, 2005). De esta forma, la diversidad de mecanismos podría subordinarse (en última instancia) a unas cuantas leyes de la física. Esto, sin embargo, es muy difícil de sostener. Wimsatt (2006) muestra que las identificaciones de mecanismos en cuestión, en la medida en que expresan relaciones parte-todo, tienen una capacidad de predicción y explicación que va más allá de lo que podría darnos una mera lista de correspondencias. Por ejemplo, a través de diferentes modelos de la teoría cromosómica de la herencia se proponen identidades. Éstas permiten predicciones y explicaciones que requieren tomar en cuenta restricciones que distinguen a los sistemas en los cuales se establecen las identidades que, a su vez, limitan y otorgan confiabilidad a las predicciones y explicaciones en cuestión. Así, la ciencia no debe entenderse idealmente como un todo unificado, ni debe partir de la posibilidad de reducir todo proceso a la descripción de un nivel fundamental. La unificación que parece desempeñar un papel epistémico tiene más que ver con el tipo de integración provisional y derrotable asociado con el mecanicismo fenoménico (hermanado con lo que Wimsatt llama reduccionismo por localización de mecanismos causales). Las diferentes reducciones que pueden establecerse entre diferentes tipos de modelos, teorías o mecanismos deben, pues, verse más bien como recursos complementarios requeridos para entender mejor un proceso complejo.

Carl Craver, por ejemplo, arguye que la unidad de las neurociencias (y sugiere que la unidad de la ciencia) debe entenderse como un mosaico: una diversidad de explicaciones (mecanicistas) diferentes que encajan unas con otras en la medida en que contribuyen a entender procesos complejos desde la perspectiva de diferentes niveles de organización (Craver, 2007, en particular

el capítulo 7). Es esta trama de reducciones parciales (y falibles) la que es significativa epistémicamente. Sin lugar a dudas, ésta es una buena manera de modelar la unidad de la ciencia en correspondencia con las diferentes explicaciones que son, o pueden formularse como, explicaciones mecanicistas. Sin embargo, una propuesta como la de Craver sugiere que las diferentes explicaciones mecanicistas encajan nítidamente en un patrón, semejante a piezas de un rompecabezas, y eso es cuestionable. Como vimos, hay diferentes maneras en las que se puede entender un mecanismo, y hay diferentes maneras de modelar las relaciones de reducción que relacionarían los diversos mecanismos. Además, hay razones para pensar que en muchos tipos de explicaciones se dan procesos que tienen lugar entre niveles de mayor a menor organización, algo que no puede modelarse por procesos reduccionistas. Por ejemplo, Maynard-Smith y Szathmary (1995) hablan de que en muchos procesos evolutivos la información se hereda en ciclos que involucran procesos que tienen lugar entre niveles de mayor a menor organización. La idea es que en los procesos hereditarios, las partes, en un sentido importante, no existen independientemente del todo.

Una alternativa es pensar que, en realidad, la unidad a la que aspira una metodología reduccionista debe entenderse como un ideal normativo. La idea es que el valor del reduccionismo está relacionado con la percepción del futuro de los programas de investigación. Así, por ejemplo, la convicción de que podemos reducir las unidades de evolución a procesos en un nivel molecular fundamental es una expectativa, pero esa expectativa cumple un papel en los programas de investigación (y, por lo tanto, en las prácticas que sustentan esos programas) que se promueven, lo mismo que en los que no se promueven (sobre todo en relación con fondos de investigación disponibles).

Regenmortel (2002) muestra las consecuencias de seguir una metodología reduccionista a rajatabla en relación con el desarrollo de nuevas drogas para la medicina. El número de drogas aprobadas por la FDA, la agencia encargada de la aprobación de drogas en Estados Unidos, ha declinado sistemáticamente debido a muchas causas, entre las que se incluyen malos manejos de

los fondos y aumento en las regulaciones. Regenmortel considera que en realidad una de las causas primarias que explican ese declive es el uso de metodologías reduccionistas en la planeación y evaluación de proyectos. Muchas enfermedades son resultado de la interacción de productos génicos, algunos de los cuales son poco conocidos. No obstante, los investigadores tienden a hacer descansar sus investigaciones en experimentos que involucran la remoción de un único gen.

Otro ejemplo que ha sido discutido por varios críticos del reduccionismo, y por Regenmortel en particular, es la vacunación; más en específico, proyectos de investigación que buscan un "diseño racional de vacunas". Dichos proyectos parten de la idea de que los principios del diseño de drogas basados en el conocimiento de la estructura biológica pueden aplicarse al desarrollo de vacunas. Esto presupone que un fenómeno biológico, como la protección contra una infección, puede ser reducido a un nivel químico. Este presupuesto, sin embargo, es cuestionable (según Regenmortel y otros críticos del reduccionismo fundacionista epistémico). Los determinantes antigénicos de un agente infeccioso son propiedades que se definen en la interacción con anticuerpos específicos y que sólo existen en el contexto del sistema inmune.

En un trabajo reciente, Ahn *et al*. (2006) apuntan en la misma dirección. Nos dicen que si bien la *implementación* de la medicina clínica se orienta por una visión sistémica, *la ciencia* de la medicina clínica es fundamentalmente reduccionista. Ellos consideran que ese reduccionismo va acompañado de cuatro tipos de prácticas que son distintivas de él:

1) El énfasis en explicaciones basadas en la identificación de un factor singular dominante. La idea es que de manera análoga a cómo un mecánico identifica la pieza defectuosa en un automóvil, los médicos tienden a buscar el factor que se identifica como la causa de la enfermedad.
2) El énfasis en la homeostasis.
3) Evaluaciones inexactas de riesgo.
4) Tratamientos "aditivos".

Estas ideas se consideran cuestionables, porque muchas veces no puede identificarse un factor singular dominante (como lo propone 1). El supuesto de que la estabilidad de un sistema biológico, y del cuerpo humano en particular, puede entenderse en términos de parámetros asociados con rangos normales y anormales de funcionamiento (homeostasis) es indudablemente muy exitoso, y correctamente se considera un gran avance en la medicina, pero es importante pensar en sus limitaciones. Por ejemplo, el énfasis en la corrección de un parámetro (nivel bajo de potasio, digamos), puede hacer perder de vista la importancia de regulaciones que tienen lugar en el nivel sistémico. Es posible que forzar ese parámetro a intervalos considerados "normales" tenga efectos sistémicos dañinos. Ahn *et al*. (2006) mencionan, entre otras cosas, efectos adversos del calcio para tratar la hipocalcemia, o del control de la presión arterial para tratar la hipertensión relacionada con infartos. Éstos son casos en los cuales la homeostasis nos lleva a un tratamiento equivocado. Este tipo de limitaciones al reduccionismo nos lleva a pensar que la mera agregación de tratamientos para causas aisladas muchas veces no es la mejor manera de cura, y que, por lo tanto, frecuentemente, un tratamiento no puede ser "aditivo".

El tercer factor que Ahn *et al*. (2006) asocian al reduccionismo es la distorsión en la evaluación de riesgos. El reduccionismo tiende a hacernos pensar en la medición de riesgos como si éstos estuvieran asociados uno a uno con factores de riesgo. Un ejemplo que emplean es el de la hipertensión, un factor de riesgo en relación con ataques al corazón. La recomendación ha sido que a las personas con una presión sistólica mayor a 140 se les prescriba un tratamiento farmacológico asociado con una modificación de su estilo de vida. Esto está basado en estudios que muestran que los hombres con presión sistólica mayor de 140 tenían el doble de probabilidad de desarrollar problemas del corazón que aquellos con presión menor que 140. Sin embargo, dado que cerca de 70% de la población en Estados Unidos (donde se hicieron los estudios) no tiene problemas de hipertensión, más de 30% de los problemas se presentan en gente con presión normal. Esto lleva a la llamada "paradoja de la prevención". Un número mayor de gente con menor

riesgo da origen a mayor número de casos de enfermedad que un menor número de gente con mayor riesgo. Una posible estrategia para resolver la paradoja es bajar el nivel de presión sanguínea que se considera que debe ser tratado. Pero esto tiene varias implicaciones. Por un lado, será tratado un mayor número de personas que no habría desarrollado la enfermedad y, por otro, los cambios en el estilo de vida y el tratamiento pueden tener consecuencias negativas para la salud de esas personas.

El problema es complejo, pero es claro que una salida a la paradoja involucra reflexionar acerca de la manera cómo pueden evaluarse los riesgos a nivel colectivo, no simplemente tomados uno a uno. Esto no es trivial. Sin embargo, no parece haber otra salida. *Pero, si los riesgos no pueden considerarse asociados de manera definida con los individuos, entonces la conformación de los riesgos tiene que verse a través del desarrollo de prácticas e instituciones que los anclen a determinados tipos de entorno*. En otras palabras, la evaluación de riesgos no puede hacerse sin tomar en cuenta que esos riesgos recurren a descripciones de patrones estables de comportamiento y expectativas articuladas por normas y valores (implícitos) en las prácticas. Esto nos lleva a recalcar que las metodologías reduccionistas tienen que ser moduladas por una reflexión respecto de sus límites en las aplicaciones y expectativas que tienen que tomar en cuenta la pluralidad de explicaciones provenientes de diferentes perspectivas teóricas y, en última instancia, la importancia de localizar los límites de las explicaciones mecanicistas. La ciencia no puede entenderse sin reconocer la importancia de una metodología reduccionista, pero para llegar a un entendimiento justo y productivo de la ciencia se requiere entender los límites implícitos en cualquier metodología reduccionista. Ahora bien, el entendimiento de estos límites es algo que tiene que ocurrir como parte del desarrollo mismo de la ciencia, a través del desarrollo de prácticas y agendas de investigación que se tomen en serio la búsqueda de métodos de investigación y modelos que nos ayuden a superar las limitaciones del uso de metodologías reduccionistas.

Ahn *et al*. (2006) sugieren cómo la biología sistémica puede ayudarnos a superar las limitaciones del reduccionismo, incluyendo en nuestras explicaciones el papel activo del entorno y,

en general, la importancia de factores heterogéneos causales. La biología sistémica parte del conocimiento técnico asociado con el desarrollo de las teorías matemáticas del caos, dinámica no lineal y teorías de sistemas complejos, las cuales, aplicadas a los sistemas biológicos, permiten modelar la emergencia de propiedades a partir de la interacción entre componentes heterogéneos. Estas teorías matemáticas han existido por muchas décadas, pero lo novedoso es la forma en que se combinan con líneas experimentales de investigación. Es claro que la llamada biología sistémica no es, en sentido tradicional, una disciplina, sino más bien una confluencia de métodos provenientes de muy diversas áreas (y no sólo de la biología), los cuales impactan en la manera de plantear las investigaciones y el trabajo experimental que requiere el estudio de los sistemas biológicos complejos. Uno de los objetivos explícitos de la biología sistémica es ver los sistemas en interacción constante y en equilibrio dinámico entre ellos y con el entorno. En la medida en que este tipo de modelos pueda ser utilizado en la práctica médica, el reduccionismo típico de la medicina clínica podría ser superado. Sin embargo, es importante recalcar que la superación del reduccionismo no es algo que pueda llevarse a cabo únicamente introduciendo mejores teorías y mejores modelos apropiados de explicación causal; requiere alterar las prácticas médicas en particular, y las prácticas científicas en general, de una manera que nos permita calibrar el alcance de nuestros modelos y las implicaciones para los valores que busquemos promover.

Una filosofía de la ciencia centrada en prácticas puede de manera natural ayudar en el proceso de desarrollar el tipo de metodologías de investigación que se requieren para superar el reduccionismo, no sólo porque reconocer la importancia de las prácticas va de la mano con el reconocimiento de una pluralidad de propuestas que debe ser tomada en cuenta para articular el entendimiento científico, sino que esta manera de hacer filosofía de la ciencia nos obliga a pensar la filosofía de la ciencia como un estudio comparado de tradiciones y agendas de investigación, y a extraer de ese estudio comparado las voces que deben ser tomadas en cuenta en la reflexión filosófica respecto de los alcances y las promesas de la ciencia.

7. Los senderos de la abstracción y la geografía normativa de las prácticas

La noción tradicional de abstracción puede encontrarse asociada a diferentes discusiones. Por ejemplo, tiene un papel crucial en las explicaciones sobre cómo podemos aprender conceptos universales o generales a partir de la observación directa o no conceptual de un número limitado de situaciones. Una comparación de estas situaciones permite dejar de lado particularidades irrelevantes y formar una representación mental que sólo toma en cuenta lo que se considera importante y común. De esta manera se *abstrae* un concepto general a partir de sus instancias particulares. Esta idea tradicional de abstracción generalmente supone que la representación conceptual obtenida es *la esencia* de una clase. Un punto de referencia para esta noción tradicional de abstracción son los escritos de John Locke, quien considera que los términos generales hacen referencia a ideas abstractas que son el producto de un proceso de abstracción en el sentido descrito antes (Locke, 1706). Esta noción tradicional de abstracción, formulada sobre todo como una teoría de las ideas abstractas, fue muy criticada por la filosofía analítica temprana y el empirismo lógico, lo que llevó a que en la filosofía de la ciencia la abstracción se considerase sólo como un medio para llegar a idealizaciones exitosas. Esta manera de ver la abstracción es muy limitada. En la primera sección de este capítulo presentamos dos estrategias para abordar el concepto clásico de abstracción, con la disputa entre Whewell y Mill. En la segunda y tercera secciones presentamos dos teorías contemporáneas de abstracción, la de Hans Radder y la de Nancy

Cartwright, y señalamos que el desacuerdo de fondo, como en la discusión entre Whewell y Mill, tiene que ver con opiniones diferentes respecto de la base epistémica de la abstracción. Notar esta arraigada divergencia de opiniones sobre un tema tan importante para la filosofía de la ciencia va a permitirnos argumentar en la cuarta sección que estas discusiones no tienen visos de resolverse en el marco de una filosofía de la ciencia centrada en teorías, pero sí se resuelven de manera fructífera si centramos nuestra atención en la manera en que las prácticas científicas nos permiten modelar procesos de aprendizaje y construir nuevos conceptos a partir de patrones (reproducibles) de interacciones con el entorno, que se individualizan y estabilizan a través del aprendizaje de prácticas.[33]

1. La discusión clásica sobre la abstracción en Mill y Whewell

Empecemos con una reseña de la discusión que tuvo lugar en el siglo XIX entre William Whewell y John Stuart Mill. La controversia abarca muchos temas de la metodología y la epistemología de las ciencias, pero su punto medular es el problema de cómo justificar nuestras inferencias de enunciados generales sobre la causalidad, a partir de los fenómenos observados o, más en general, cómo podemos inferir conceptos abstractos a partir de la experiencia.[34]

Whewell adopta una epistemología kantiana que niega que pueda haber observaciones directas o no conceptuales. Como observa Gerd Buchdahl, Whewell retoma la doctrina kantiana según la cual no es posible hacer una distinción tajante entre aspectos sensoriales e intelectuales del conocimiento y, en particular, no es posible hacer una división entre "datos" e "inferencia" (véase Whewell, 1967).

Así, si todas las observaciones se realizan desde alguna perspectiva teórica, los procesos de "dejar fuera" y "aislar" necesarios

[33] Para un desarrollo más a fondo de diferentes aspectos de esta manera de ver la abstracción, véase Nersessian (2008b) y Martínez y Huang (2011).

[34] Para una presentación del trabajo de Mill en relación con los temas de racionalidad en la filosofía de la ciencia contemporánea, y en particular con el tema de racionalidad acotada, véase la introducción de Francisco Álvarez a Mill (1873).

para formar representaciones conceptuales de generalidades no serían lo suficientemente objetivos para representar lo esencial de las cosas. En segundo lugar, Whewell adopta una metodología consecuencialista para la justificación de las abstracciones. Para Whewell, la ciencia moderna requiere dos etapas: la primera es una etapa de descubrimiento, esto es, de la invención de conceptos generales que agrupan los objetos observados. Éste es un proceso psicológico creativo por medio del cual se inventan hipótesis sin que se involucren consideraciones epistémicas respecto de su justificación; el segundo paso es el de la justificación de estas hipótesis.

La justificación tiene que satisfacer cuatro condiciones:

1) La hipótesis en cuestión puede explicar los fenómenos observados que han servido para construir la hipótesis.
2) La hipótesis es capaz de predecir nuevos fenómenos.
3) La hipótesis es capaz de explicar diferentes tipos de fenómenos.
4) La hipótesis nos lleva a una teoría más simple, más unificada o más consistente (Whewell, 1840/1996, cap. 5).

Estas dos etapas corresponden a la dicotomía, bien conocida en la filosofía de la ciencia, entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación; todos los recursos epistémicos se localizan en la segunda etapa y no tienen relación con la primera, que es puramente psicológica. *Pero, entonces los procesos de "dejar de lado" y "aislar", al ser procesos (meramente) psicológicos, no son suficientes para justificar los conceptos abstractos*. La justificación de estos conceptos abstractos depende de las aplicaciones posteriores en las que se pone a prueba su capacidad explicativa y predicativa.

Mill consideraba que la metodología de la ciencia de Whewell no era correcta, porque no tomaba en cuenta muchos aspectos importantes de la inducción en la ciencia (Mill, 1974: 490). Para Mill, una metodología satisfactoria de la ciencia tiene que pasar por tres etapas de lo que él llama el "método deductivo". La primera es la etapa inductiva, en la que los enunciados generales de las leyes causales se infieren de los fenómenos observados. Una inducción es:

> el proceso por medio del cual llegamos a concluir que lo que es cierto de algunos de los miembros de una clase es cierto de toda la clase, o que lo que es cierto en ciertos momentos es cierto en circunstancias similares todo el tiempo (Mill, 1974: 288).

La segunda etapa, llamada "razonamiento", consiste en un proceso en el que los efectos se deducen a partir de las causas o leyes. La tercera es la verificación, en la que "las conclusiones se encuentran por medio de una comparación cuidadosa, de manera que estén de acuerdo en lo posible con el resultado de la observación directa" (Mill, 1974: 460). Según Mill, Whewell se olvida en su metodología de la relevancia epistémica de la primera etapa inductiva y se contenta con incorporar las dos últimas, razonamiento y verificación, para dar cuenta de una ley a la que, por lo tanto, se llega a partir de un supuesto y no a partir de una prueba (Mill, 1974: 490; 1959: 323). Mill reconoce que Whewell tiene razón en que hay abstracciones a partir de hipótesis de conceptos generales. Por ejemplo, el concepto que Kepler introdujo para describir la órbita de Marte era una abstracción hipotética en el sentido de Whewell. Pero eso no quiere decir que la abstracción siempre consista en utilizar los conceptos ya conocidos para organizar los hechos observados; la abstracción también puede ser un efecto de hechos externos, que inciden en nuestra mente (un proceso psicológico que tendría una dimensión epistémica). Si pudiéramos observar directamente la órbita de los satélites de Marte, se podría llegar a la abstracción de que esa órbita es elíptica. Otro ejemplo de Mill es el concepto de polaridad, crucial para el desarrollo de la física y la química en el siglo XIX. Mill hizo ver que este concepto provenía de abstracciones de fenómenos que manifestaban propiedades diferentes en direcciones opuestas y que, por tanto, era un efecto del mundo externo sobre nuestra mente (Mill, 1974: 652-653).

Desde la perspectiva de Mill, "dejar de lado" y "aislar" puede llevarnos a conceptos generales "apropiados" y "claros". Por lo que, al contrario de lo que pensaba Whewell, esos procesos cumplen un papel epistémico en la justificación de algunos conceptos generales. Un concepto es apropiado cuando hace referencia a las propiedades comunes obtenidas de las situaciones parti-

culares, esto es, cuando hace referencia a las propiedades que representan lo esencial de las cosas. De acuerdo con la noción tradicional de abstracción, las aplicaciones correctas de "dejar de lado" y "aislar" deberían ser conceptos generales apropiados. Por ejemplo, de la observación de seres humanos particulares, Aristóteles concluyó que el ser humano es un animal racional. Whewell creía que, puesto que las observaciones están cargadas de teoría, una abstracción a partir de observaciones sólo podía ser meramente hipotética, y la decisión de si esa abstracción era o no apropiada dependería de su capacidad explicativa y predictiva, lo que requería un paso posterior a la abstracción: el análisis de sus consecuencias. La idea tiene sentido en un contexto en el que se reconoce la importancia que tiene para la epistemología el hecho de que la física aristotélica, que se consideraba un cimiento sólido del conocimiento, constituido por un entramado de conceptos generales derivados de observaciones directas, resultó incorrecto en las investigaciones físicas posteriores, por lo que no deberían considerarse conceptos apropiados.

Mill no se opone a esta crítica de Whewell a la tradición aristotélica; sin embargo, argumenta que si bien las observaciones están cargadas de teoría, desde la perspectiva pragmatista que él defiende, el criterio que determina si un concepto general es o no apropiado puede depender de los propósitos de una abstracción particular, y no es necesario esperar a examinar las explicaciones o predicciones posteriores (véase Whewell, 1849). Un biólogo que se interesa en el color de los animales tendría una manera diferente de abstraer, a partir de observaciones de organismos particulares, que otro interesado en la estructura ósea de esos mismos organismos; una abstracción apropiada para un propósito de investigación podría ser inapropiada para otro propósito.[35] Para Mill, no hay conceptos generales apropiados con independencia del propósito de la investigación, porque, según él, el mundo se compone de causas plurales (Mill, 1974: 656-658). Esta noción de concepto general apropiado que aboga por una

[35] La idea de Mill está relacionada con la importancia que se le otorga en la tradición newtoniana al patrón de inferencia que se conoce como "deducción de fenómenos" (véase Martínez, 1997).

metodología no consecuencialista, tampoco es compatible con la noción tradicional de abstracción, ya que lo que determina si una abstracción es apropiada o no, de acuerdo con la noción tradicional, depende únicamente de observaciones objetivas o de las aplicaciones de ciertas reglas lógicas que relacionan propiedades esenciales y propiedades no esenciales.

"Un concepto claro" se refiere a la capacidad del concepto para aplicarse en todas las situaciones particulares a las que este concepto hace referencia. Mill consideraba que los científicos podrían conseguir conceptos claros al mejorar la calidad de la atención en las observaciones, mejorando la fiabilidad de la memoria, al aumentar la profundidad y la extensión del conocimiento individual y, en general, al adoptar buenas costumbres epistémicas (Mill, 1974: 659). Aquí apela a los recursos naturalistas de los que hablamos en capítulos anteriores (véase en particular el capítulo 5). Para Whewell, sin embargo, este tipo de recursos naturalistas no son fiables para tareas epistemológicas. Los procesos cognitivos no pueden cumplir un papel en la justificación de las abstracciones científicas, ya que sólo hacen referencia a un tipo de experiencia muy limitado: "a ese sentido muy rudimentario en el que podemos hablar de experiencia en los animales, a saber, el sentido en el que no podemos imaginarnos que se posea o se entienda la ley como proposición general" (Whewell, 1849: 267). Whewell formula aquí, de manera clara, uno de los presupuestos centrales del tipo de filosofía teoreticista de la ciencia que cuestionamos aquí. Él asume que la justificación epistémica es un proceso puramente especulativo de los seres racionales (humanos) y no tiene que ver con las actividades que podemos compartir con otros animales.

Whewell agrega:

> El conocimiento que me interesa investigar es el conocimiento humano, por lo que no me detendré en aquel conocimiento, si podemos llamarlo así, que el hombre tiene sólo en la misma manera en la que los brutos (los animales) lo tienen; todo aquello que se muestra en la acción. Porque si bien la acción puede modificarse por el hábito, y el hábito por la experiencia, en los animales así como en los hombres, tal experiencia, en tanto que sólo retiene esa mera forma práctica, no

es parte de los materiales de la ciencia. Sólo el conocimiento en su forma general es conocimiento para este propósito y por lo tanto, voy a restringir mi atención a este (tipo de) conocimiento. Por lo menos hasta que haya avanzado en dar cuenta de su naturaleza y sus leyes, y pueda, por lo tanto, comparar tal conocimiento –conocimiento humano propiamente dicho– con las meras tendencias animales para la acción; o, incluso, con las habilidades prácticas que no incluyen, como usualmente no lo hacen, el conocimiento especulativo (Whewell, 1849: 268).

Whewell deja claro en este pasaje el punto nodal de su divergencia con Mill, a saber, el supuesto de que la epistemología está restringida al conocimiento especulativo. Si bien se ha escrito mucho sobre las diferencias entre Whewell y Mill, hay poca discusión sobre este punto que, sin embargo, es crucial para entender tanto la controversia entre Mill y Whewell en particular, como la polémica sobre la naturaleza de la abstracción científica en general. Como veremos adelante, la sugerencia de Mill en su reflexión sobre los conceptos claros nos ofrece una perspectiva fructífera para entender la abstracción científica y nos ofrece además una motivación importante para desarrollar una filosofía de la ciencia centrada en prácticas. En la siguiente sección, veremos dos teorías contemporáneas de la abstracción: la de Hans Radder y la de Nancy Cartwright. Ambas teorías intentan ofrecer una alternativa a la noción tradicional de abstracción, pero lo hacen desde diferentes perspectivas que en lo fundamental reproducen la discusión entre Whewell y Mill. Utilizaremos este paralelo para argumentar en favor de la importancia de tomar una epistemología no especulativa como guía y punto de apoyo de una filosofía de la ciencia que sea relevante para entender la empresa científica como parte de la cultura humana y, por lo tanto, para ver la filosofía de la ciencia como parte de las ciencias sociales.[36]

[36] Como ya lo dijimos en la introducción, ver la filosofía de las ciencias como parte de las ciencias sociales no implica reducir la a la sociología u otra disciplina específica, sino que simplemente apunta a la convicción de que la filosofía de la ciencia debe de ser parte de un esfuerzo común por entender el conocimiento como proyecto cooperativo.

2. Las teorías de la abstracción de Radder y de Cartwright

En su libro *El mundo observado/el mundo concebido*, Radder propone que la abstracción en relación con conceptos debe desarrollarse a partir de la noción de extensibilidad. Para este autor, un concepto es extensible si ha sido aplicado con éxito a un cierto dominio y si puede ser usado en otros dominios. Esto es, se hace una distinción importante entre la extensión actual de un concepto y su extensibilidad, su extensión posible (Radder, 2006: 103). La extensión posible requiere un conjunto de condiciones de posible realización que, de llevarse a cabo en espacio y tiempo actual, puede extender el concepto a un nuevo dominio específico. Los conceptos extensibles tienen un significado no local (*i.e.,* trascienden el significado que tienen como interpretaciones de procesos de observación que han sido de hecho realizados). Los conceptos extensibles no tienen una extensión fija. Trascienden un significado local de diversas maneras y dependiendo del contexto de aplicación.

Para Radder, la idea kantiana de que los conceptos estructuran el mundo es sólo una parte de la historia. En la medida en que los conceptos se abstraen de dominios particulares, en el proceso de extenderse a un nuevo contexto de realización hay un cambio en el significado que da la estructura del concepto. Por medio de la abstracción apartamos el resultado de un tipo particular de proceso, con el fin de usarlo como andamio para tener más estructura. Esta manera de formular lo que es abstraer rompe con la idea común de que hay una oposición entre lo abstracto y lo concreto, en tanto que ambos procesos no se separan del todo. La tesis de Radder es que dos potencialidades humanas independientes, los conceptos extensibles con sus significados no locales y las realizaciones locales de procesos particulares de observación "constituyen categorías ontológicas *sui generis* que no pueden reducirse una a la otra" (Radder, 2006: 115).

Según Radder, esta manera de entender la abstracción no se limita a los conceptos científicos, se aplica por igual a conceptos ordinarios y a los conceptos científicos más esotéricos (Radder, 2006: 143). La abstracción como realización potencial que puede

servir de andamio a otra realización en un nuevo contexto debe considerarse como un aspecto irreductible de nuestra vida cognitiva. Para Radder, *un análisis de la abstracción requiere tomar en cuenta el papel que desempeña la contingencia en la caracterización de la extensibilidad de los conceptos*. Los conceptos –nos dice– no son extensibles en cualquier dirección. Antes de cualquier intento de extensión "es totalmente contingente si en la práctica un concepto puede ser extendido a un nuevo dominio específico (o no)" (Radder, 2006: 103). Radder entiende contingencia en "su sentido filosófico común de no ser (lógica o físicamente) necesario y no en el sentido ordinario de ser accidental o arbitrario" (Radder, 2006: 103). Cómo entender la contingencia que entra en juego en la extensibilidad de los conceptos es una discusión de fondo en los diferentes intentos por entender la abstracción. Pero antes de entrar en ese punto haremos un breve resumen de la propuesta de Nancy Cartwright sobre la abstracción.

Cartwright parte de reconocer que una teoría de la abstracción debe resolver la tensión entre el énfasis empirista en los enunciados legaliformes de regularidades en la ciencia y la tesis de que estos enunciados no ofrecen base suficiente para una teoría satisfactoria de la explicación científica. Insiste en que las regularidades entran en su modelo sólo como consecuencia de un presupuesto respecto de la adscripción de tendencias (respecto de lo que las cosas hacen) o capacidades (respecto de lo que las cosas causan). Son estos dos últimos conceptos los que nos permiten entender el poder explicativo de las abstracciones. Cartwright utiliza el siguiente ejemplo provocativo: las aspirinas, porque son aspirinas, pueden curar el dolor de cabeza. Con la frase "porque son aspirinas", ella apunta a recalcar que el poder explicativo proviene de un hecho acerca de propiedades y no acerca de individuos: la propiedad de ser una aspirina lleva consigo la capacidad de curar dolores de cabeza (Cartwright, 1989: 141). Los conceptos de capacidad y tendencia vienen respectivamente de Aristóteles y de Mill. Para entender la naturaleza de las relaciones causales sobre las que indagamos, tenemos que aislar una relación causal particular de otras relaciones causales, para determinar su tendencia y medir su capacidad. Esto va de la mano con una distinción que usual-

mente hacen los científicos entre dos tipos de verdad causal. En un nivel alto de generalidad, la adscripción de capacidades asume que una relación causal entre las causas *A* y el efecto *X* ocurre en cada contexto homogéneo. En un nivel bajo de generalidad hay leyes causales que articulan la relación causal entre *A* y *X* en una población determinada por experimentos. A estos dos niveles de verdad causal corresponden a su vez dos tipos de enunciados causales legaliformes. La adscripción de capacidades corresponde a la noción de leyes abstractas "los *A* hacen *X*", que expresa la asociación regular general entre *A* y *X*, sin tomar en consideración ningún contexto particular concreto de realización. Simplemente nos dicen qué es lo que una causa *A* tiende a hacer en circunstancias ideales, si se ha aislado de otros factores causales; pero estos reportes no son ni verdaderos ni falsos en el sentido de que no describen literalmente el comportamiento de sistemas materiales. En un sistema material, una causa rara vez puede desligarse de otros factores relacionados. Ahora bien, cuando se especifica un contexto experimental concreto de realización, una ley causal expresada como "en *I*, los *A* hacen *X*" ofrece explicaciones causales que describen lo que *A* tiende a hacer en una situación concreta experimental, si controlamos exitosamente todos los factores relacionados.[37] La inteligibilidad del significado de las leyes causales presupone la adscripción de capacidades porque esta presuposición permite relacionar un enunciado legaliforme (*A* hace *X*) a una referencia empírica. En este contexto, la abstracción se relaciona con el proceso por medio del cual obtenemos las leyes abstractas y las leyes causales. De acuerdo con Cartwright, las leyes abstractas son establecidas por medio de las observaciones de hechos causales singulares que se interpretan a la luz de presuposiciones acerca de las capacidades de la naturaleza. La abstracción no es una mera construcción de enunciados generales, producto de los procesos de dejar de lado y aislar, que posteriormente se pone a prueba en

[37] Aquí, la ley causal es definida de manera local, en relación con una población (Cartwright, 1989: 144). En Cartwright (1983), el término para ley abstracta es "ley fundamental", mientras que el término para ley causal es "ley fenomenológica". En la terminología de Mill, la ley abstracta es "ley no empírica" y la ley causal es llamada "ley empírica" (Cartwright, 1989: 174-175).

otras situaciones experimentales. Más bien, *la abstracción es un proceso constructivo que presupone capacidades*.

Concretamente, para Cartwright, la abstracción se caracteriza por dos procesos: primero, el proceso de sustracción para obtener la ley abstracta de la forma "*A* hace *X*", en la que la relación causal entre la causa *A* y el efecto *X* se aísla de otros factores causales relacionados; y segundo, el proceso de concretización por medio del cual se obtiene la ley causal de la forma "en *I*, *A* hace *X*", en el que la relación causal entre *A* y *X* se manifiesta en las condiciones particulares *I*, determinada por experimentos concretos repetidos. Cuando las leyes abstractas y causales usan conceptos o modelos idealizados, Cartwright habla de la abstracción como un proceso de idealización.[38]

Un ejemplo de la manera cómo se combinan estos dos procesos de abstracción en la ciencia lo ofrece Leszek Nowak (1980) en su manera de interpretar la ley del valor, de Karl Marx. La ley del valor nos dice que los precios de las mercancías corresponden a su valor de producción. Ésta es una ley abstracta idealizada que primero sustrae de la realidad de cualquier situación particular de mercado muchos factores que afectan el mercado real, como la competencia por producir y vender mercancías, la diferencia entre exportaciones e importaciones en un sistema económico dado, etcétera. Una vez que la ley abstracta del valor ha sido sustraída, lo que tenemos es una relación idealizada entre el valor de producción de la mercancía y su precio. Esta ley abstracta supuestamente indica una tendencia causal en una situación idealizada, no pretende describir lo que pasa en la práctica económica. La descripción de la práctica económica requería, según Marx, de leyes locales causales que se obtenían por un proceso de concretización, agregando los factores omitidos por las presuposiciones anteriores. Este análisis de las leyes causales locales es lo que sustenta la crítica de Marx a la economía capitalista

[38] Éste es un modo simplista de caracterizar la noción de idealización de Cartwright. Usamos ese tipo de caracterización para evadir el problema (que no es pertinente para nuestra discusión) de las diferencias entre idealización y abstracción de acuerdo con diferentes autores, véase Coniglione (2004) y Jones (2005).

(Nowak, 1980; Cartwright, 1989: 203-205). Con estos preliminares podemos ya entrar a evaluar la discusión entre Radder y Cartwright respecto de lo que es abstracción.

3. La controversia entre Radder y Cartwright como una controversia respecto de los contextos epistémicamente relevantes de la abstracción

En el fondo de las propuestas de Radder y Cartwright podemos apreciar la controversia entre Whewell y Mill respecto del papel epistemológico de la abstracción. A grandes rasgos, podemos decir que la noción de abstracción de Radder es cercana a la de Whewell, y la de Cartwright a la de Mill; por lo menos en tanto que la abstracción para Whewell y Radder parte de la observación directa, no conceptual, y que la justificación de la abstracción proviene de la extensibilidad expresada en términos de consecuencias. Cartwright, por el contrario, sigue a Mill al sostener que el punto de partida para entender la abstracción es el concepto de capacidad, que, a través de procesos de sustracción y concretización, nos provee de recursos epistémicos suficientes para justificar la abstracción en situaciones experimentales concretas. Por lo que para Mill, como para Cartwright, la justificación epistémica de las abstracciones no tiene que esperar (necesariamente) a que se pongan a prueba en nuevos dominios de aplicación.

Radder arguye que la teoría de la abstracción de Cartwright no es sostenible por las siguientes dos razones:

A1) La propuesta aristotélica de Cartwright, respecto de la abstracción concebida como método para adquirir conceptos o formar teorías, no es sostenible porque los conceptos y las teorías estructuran (nuestra experiencia) del mundo (Radder 2006: 141).

A2) La concretización no es sostenible, porque, en primer lugar, es redundante ya que es el proceso inverso de dejar de lado; y, en segundo lugar, no toma en consideración que es la extensibilidad de los conceptos lo que los hace abstractos.

Creemos que estas objeciones a Cartwright no son objeciones justas. En relación con A1, el uso de la noción aristotélica de abstracción no la convierte en una defensora de la doctrina tradicional de la abstracción, de acuerdo con la cual la abstracción se inicia con una observación no conceptual. Si bien Cartwright toma su inspiración de Aristóteles, no asume que el punto de partida para la abstracción sea una observación no conceptual. Cartwright no quiere defender la doctrina tradicional, sino rechazar la tesis humeana de que los enunciados de regularidad son suficientes para sustentar las explicaciones científicas. La abstracción de una ley causal basada en sustracción y concretización no tiene que presuponer que la observación es no conceptual. De hecho, puede hacerse fácilmente compatible con la posición kantiana de Radder respecto de la observación científica. Para Cartwright, incluso en aquellos que podemos suponer que son los casos más claros de aseveraciones empíricas, como "esta superficie es roja", la aseveración utiliza conceptos que no pueden darse ostensivamente, sino que sólo tienen sentido en relación con una estructura de conceptos (Cartwright, 1989: 180). La diferencia entre Radder y Cartwright tiene que ver con compromisos epistémicos diferentes en relación con la manera de entender el contenido empírico de los conceptos.

Como hemos visto, tanto Radder como Whewell se comprometen con una metodología consecuencialista de acuerdo con la cual si el proceso de generalización inevitablemente está interpretado por conceptos, entonces el criterio epistémico y el contenido empírico deberían provenir de la extensibilidad del concepto en otros dominios. Mientras tanto, Cartwright, como Mill, presupone capacidades de la naturaleza o tendencias en la sustracción y en la concretización que, una vez detectadas y manipuladas en los experimentos, pueden aceptarse como fuentes epistémicamente confiables que justifican el resultado de la abstracción. El modelo ideal de un criterio epistémico para la abstracción, en el sentido de Cartwright, es el "método mixto de la inducción y el razonamiento". Este método consiste en el proceso de ir hacia arriba, de la experiencia a un principio general, y luego razonar del principio general hacia abajo, hacia una serie de conclusiones específicas

(Cartwright, 1989: 183). Esto es, la sustracción busca aislar un enunciado general acerca de la capacidad o tendencia de un factor causal particular y luego dejar de lado cualquier otro factor causal potencialmente perturbador, tal y como se especifica en las condiciones *ceteris paribus*. El paso hacia arriba en Mill y Cartwright no es suficiente por sí solo para conseguir leyes abstractas con poder explicativo y predictivo. Se requiere concretizar para generar las explicaciones y predicciones relevantes. Esto requiere que factores que fueron aislados en el proceso inductivo se agreguen de nuevo en la situación concreta en la que la capacidad del factor causal en cuestión se manifieste.

Radder no es el único comentador de la propuesta de Cartwright que ha expresado dudas en esta dirección.

Humphreys, por ejemplo, ha hecho una crítica similar (Humphreys, 1995). Se pregunta: ¿si no asumimos que la observación es no conceptual como parte de nuestro criterio, cómo podemos justificar epistémicamente la sustracción? Para Humphreys, como para Radder, una explicación consecuencialista es más limpia y clara, epistémicamente hablando. De esa forma no tenemos que asignar un peso epistémico al proceso de sustracción.

Pero la divergencia entre estas dos maneras de ver la abstracción es de fondo. *Para Mill, como para Cartwright, no son las "propiedades esenciales" metafísicas el objetivo de un proceso de sustracción, sino un mecanismo estable causal*. Por supuesto, podemos discutir mucho respecto de qué es más oscuro, si las propiedades esenciales o los mecanismos causales, pero en todo caso es importante entender el fondo de la divergencia entre Radder y Cartwright. La idea de Cartwright es que las capacidades naturales, junto con las condiciones materiales y sociales que les permiten manifestarse de manera estable, deben ser consideradas recursos epistémicos que apoyan satisfactoriamente la tesis de que una relación causal existe, incluso si esos enunciados no son infalibles.

Pasemos ahora a la tesis A2 de Radder. Esta tesis tiene dos partes:

A2.1) La concretización no hace referencia a la extensibilidad de los resultados de una abstracción.

A2.2) La concretización puede ser redundante si es el reverso de un proceso de sustracción.

A2.1 asume que hay una única manera de caracterizar la extensibilidad. De hecho la noción de capacidad de Cartwright se caracteriza por un tipo de extensibilidad, en tanto que las estructuras que representan una capacidad deben persistir en diferentes entornos. Nos dice Cartwright, por ejemplo, que la inferencia de que algo tiene una capacidad requiere suponer que las posibilidades que se establecen en esa situación permanecen en diferentes tipos de situaciones (1989: 147). En el caso de la concretización, según Cartwright, se requiere explicar la relación entre dos leyes causales que interactúan en diferentes dominios:

> La primera ley nos dice que hay una capacidad, y que la capacidad va a ser exhibida en una nueva ley causal en cualquier situación nueva en la que se ponga a prueba. Esto asume que la capacidad permanece intacta. Es por supuesto parte del punto de tomarse en serio las capacidades como cosas en el mundo […] que deberían permanecer intactas de un tipo de situación a otra. Pero esto no quiere decir que no haya excepciones; lo que quiere decir es que cualquier excepción requiere una razón. Probablemente la razón más común por la que una capacidad no manifiesta en una nueva situación es una interacción causal (Cartwright, 1989: 163).

Así, en contra de lo que dice Radder, Cartwright no ignora la importancia de la extensibilidad, sólo que no la entiende de la misma manera. En la cita anterior, apunta a una noción de extensibilidad que puede o tiene que aceptar excepciones. Mientras que para Radder la extensibilidad se reduce a la aplicabilidad de un concepto abstracto en un nuevo dominio de realización, para Cartwright la extensibilidad es un signo (o uno de tantos signos) de una relación causal estable que permite predicción y manipulación. Cartwright también parece hablar a veces de extensibilidad en el sentido de Radder, como básicamente la capacidad de exportar información, pero por lo menos para en-

tender el proceso de concretización como ella lo plantea, es importante tomar en cuenta que está hablando de un tipo de extensibilidad que tiene que formularse en términos de probabilidades. La discusión sobre la redundancia de la concretización (el punto A2.2) refuerza nuestro diagnóstico.

En la concretización varios de los factores que se quitan en la sustracción se agregan de vuelta, como hemos visto en el ejemplo de la interpretación de Nowak de la ley del valor. Es importante, sin embargo, reconocer que las condiciones de sustracción no son las mismas que las condiciones de concretización. Como lo plantea Cartwright:

> El regreso a las leyes concretas que constituyen su contenido fenoménico deben agregarse de regreso factores omitidos. ¿Pero de donde vienen esos factores? Ya he dicho la respuesta que considero correcta: dada una teoría, los factores en cuestión provienen de una lista. Pero la lista generada por cualquier teoría, o incluso por todas nuestras teorías juntas, nunca va a llegar suficientemente lejos. Siempre van a haber factores adicionales que son peculiares al caso individual. Esto es lo que llamo el problema de la abstracción material (Cartwright, 1989: 206-207).

Para Cartwright, las condiciones materiales que sitúan un experimento no son meras circunstancias contingentes que un tratamiento adecuado de la abstracción puede dejar de lado. Por el contrario, *cuando esas condiciones materiales y aquellos elementos teóricos que forman parte de una agenda científica relevante se combinan, especifican el contexto en el que una concretización es posible*. Así, la ley abstracta de la operación de la cámara de burbujas es la siguiente: "el paso de una partícula cargada tiene la capacidad de causar burbujas en un líquido en estado supercaliente" (Cartwright, 1989: 209). Sin embargo, antes de hacer los experimentos, Donald Glaser, el científico a quien se le ocurrió la idea, no tenía ninguna razón para pensar que el medio supercaliente que se usaría en la cámara no podía ser xenón, pero podía ser éter dietílico. Esta diferencia la deciden las condiciones materiales de experimentos reales como producto de un

proceso de concretización, pero no es algo que aparezca en la lista que representa el proceso de sustracción.

Las formas de concretización son muy diversas, y el punto de Cartwright es que muchas veces la concretización no es sólo un proceso inverso de la sustracción, sino que es una estrategia creativa de construcción de teorías. Esto puede apreciarse en el ejemplo de cómo Maxwell llega a construir el campo electromagnético (Nersessian, 2002; 2008a). Para Nersessian la abstracción busca obtener modelos genéricos que permitan una explicación unificada de los fenómenos. La abstracción en el sentido que busca caracterizar Nersessian, la abstracción como modelo genérico, es "el proceso de construcción de modelos que representan rasgos comunes a una clase de fenómenos" (Nersessian, 2002: 129). Ella recurre al ejemplo de cómo Maxwell llegó a formular un modelo satisfactorio que diera cuenta de los fenómenos electromagnéticos; formuló las ecuaciones del modelo abstracto y logró introducir las variables electromagnéticas (Nersessian, 2008a: 28).

Siguiendo a Nersessian, podemos distinguir tres pasos en el modelo teórico de Maxwell. El primer paso puede caracterizarse de la siguiente manera:

S1) en ciertas circunstancias específicas, se llevan a cabo experimentos cuyo resultado está al alcance de un modelo local expresado por una regularidad legaliforme que, muy crudamente, puede plantearse en la forma "En *I*, los *A* hacen *X* (donde "*I*" se especifica por las condiciones *ceteris paribus* de los experimentos).

En nuestro caso, Nersessian pone de relieve la versión visual del modelo de vórtices en un fluido, construido por Maxwell para dar cuenta de los resultados de los experimentos de Maxwell concernientes a la fuerza electromagnética. El modelo visual de vórtices es una "analogía física" en la que se asume que las fuerzas atractivas y repulsivas operan como fuerzas transversales (*stresses)* en un éter mecánico. Con estas hipótesis uno puede asumir que "las relaciones que se dan en el dominio de la mecánica de medio continuo van a mantenerse en el dominio del electromagnetismo"

(Nersessian, 2002: 136). Podemos interpretar su modelización analógica genérica como un proceso en el que se parte de pasos de sustracción para obtener un enunciado general legaliforme a partir de particulares: "Los *A* hacen *X*". El proceso para obtener las leyes generales a partir de estos modelos es el segundo paso:

S2) El enunciado sin la restricción a las circunstancias "Los *A* hacen *X*" se sustrae.

En este paso, Maxwell no ha especificado un proceso causal en el éter que conecte la electricidad con el magnetismo, por lo que no pretende haber explicado mecánicamente la interacción (Nersessian, 2002: 136).

El objetivo de Maxwell es lograr un sistema de cálculo genérico e idealizado que no necesariamente tiene que ser la representación de un sistema físico real. De manera análoga a como Cartwright usa la sustracción, en este paso se obtienen leyes abstractas matemáticamente articuladas. A diferencia de Cartwright, sin embargo, la sustracción no es el mismo proceso que lleva al aislamiento de una relación causal determinada de todas las otras causas relacionadas que se manifiestan en situaciones causales singulares.

En el tercer paso, Nersessian considera que Maxwell sigue un proceso análogo a la concretización en el sentido de Cartwright:

S3) La aplicación del enunciado "Los *A* hacen *X*" en la explicación y la predicción es el método de concretización.

La concretización le permite a Maxwell explicar el movimiento de los vórtices en un sistema físico con elementos (causalmente) extensibles.

La explicación, sin embargo, requiere que se resuelva un problema. Si las fuerzas de atracción y repulsión en el campo electromagnético son tensiones mecánicas (*stresses*), entonces la fricción en los puntos de contacto entre los vórtices llevaría a que se trabaran los engranajes. Maxwell resuelve el problema

suponiendo que hay una capa de partículas que actúan como engranajes interpuestos entre un vórtice y el siguiente. Esta invención de los engranajes parece ser un recurso *ad hoc* para eliminar la fricción entre los vórtices adyacentes; sin embargo, esta invención es consistente con lo que sabemos sobre las líneas de fuerza alrededor de una fuente magnética en particular: que esas líneas de fuerza pueden existir de manera indefinida. Con ayuda de la invención de los engranajes, las leyes matemáticas construidas en S2 pueden dar una explicación de lo que sucede en el sistema físico, al recurrir a la extensibilidad de algunos elementos en el modelo. La extensibilidad en este caso puede identificarse con la extensibilidad causal basada en capacidades, que desarrolla Cartwright.

Para nosotros la principal lección que nos deja el estudio de caso de Nersessian es la siguiente: en el caso de Maxwell, la concretización no es el proceso inverso de la sustracción. La construcción de la analogía de los engranajes proviene del proceso de concretización. Los engranajes no habían sido considerados antes en los pasos S1 y S2, porque la fricción entre los vórtices es una cuestión que sólo aparece después de que el modelo abstracto de los vórtices se inventa a través de S1 y S2. La cuestión depende de la invención y manipulación de un modelo abstracto en una situación particular de solución de problemas. Éste es, pues, otro contraejemplo a la idea de que la concretización es redundante.

En resumen, las razones que da Radder para cuestionar la teoría de la abstracción de Cartwright no son sostenibles. En el fondo, como esperamos haya quedado claro, a diferencia de lo que Radder plantea, la extensibilidad es una relación diferente en diferentes circunstancias. Siendo esto así, *nos parece más apropiado no hablar de una relación de extensibilidad, sino de diferentes tipos de extensibilidad asociados con diferentes presuposiciones acerca de cómo la interacción con el mundo tiene un papel en la construcción de lo que es ontológicamente el caso*. En el caso de Radder, nuestras interacciones con el mundo nos revelan lo que está en el mundo contingentemente (lo que para Radder significa que nuestras interacciones revelen algo que no es

lógicamente necesario). Pero lo que nuestras interacciones con el mundo revelan puede ser contingente en un sentido diferente; en el caso de Cartwright, nuestras interacciones con el mundo determinan (de manera falible) los contextos materiales-causales en los que las relaciones causales objetivas pueden identificarse y servir de andamios epistémicos para las explicaciones y, por consiguiente, para la identificación de relaciones causales objetivas más abstractas. Para Nersessian, nuestras interacciones con el mundo, para continuar siendo relevantes en nuestras agendas de investigación, tienen que estar mediadas por modelos epistémicamente relevantes, y esa relevancia requiere la identificación del tipo correcto de analogía.

Así, estos diferentes tipos de extensibilidad pueden darnos sólo una caracterización parcial de la abstracción y su papel epistémico en la ciencia. En todo caso, lo que queda claro es que a diferencia de la mayoría de las propuestas acerca de qué es abstracción, y en consonancia con las tres caracterizaciones antes mencionadas, el papel epistémico de la abstracción no puede entenderse a partir del supuesto de que vamos a poder identificar una estructura lógica compartida. Entender el papel epistémico de la abstracción requiere poner atención en las maneras en que nuestras interacciones con el mundo dan pie a extensiones estables y contingentes (en diferentes sentidos de contingente). Estamos de acuerdo con Radder en que es precisamente la extensibilidad lo que hace abstracta una generalización. Nuestra diferencia con Radder es que consideramos que la extensibilidad tiene que entenderse más ampliamente, en la medida en que hay diferentes sentidos de contingencia relevantes que este filósofo no toma en cuenta, pero que deben serlo para tener una mejor idea del papel epistémico de las abstracciones.

4. Hacia una actitud pluralista sustentada en las ciencias cognitivas

La tesis que estamos defendiendo, esto es, que los conceptos generales pueden estar apoyados por diferentes tipos de extensibilidad en diferentes tipos de abstracción, nos permite llegar al

fondo de la discusión entre Mill y Whewell y entre Cartwright y Radder. Empezamos este capítulo resumiendo la noción tradicional de abstracción, que es una noción que intenta modelar la abstracción en términos de relaciones lógicas entre las propiedades esenciales y las no esenciales de las cosas con las que interactuamos en nuestra experiencia. Whewell y Mill ofrecen alternativas a la noción tradicional. El punto es que tanto Mill como Whewell, así como Cartwright y Radder, y muchos otros filósofos que han tratado el tema, parten del supuesto de que hay una relación de extensibilidad y de que el problema es caracterizar esa relación. Nuestro análisis sugiere que esto es una vana ilusión. Como lo sugiere Nersessian, y lo hemos defendido en detalle en Martínez y Huang (2011), no es verosímil pensar que hay un único criterio epistémico que dé cuenta de todos los usos de la abstracción; en otras palabras, no tenemos por qué asumir que tiene que haber una única relación de extensibilidad. El método consecuencialista que defienden Whewell y Radder, así como el método basado en las inferencias a partir de capacidades por el que abogan Mill y Cartwright puede ser efectivo para modelar algunos, pero no todos los tipos de abstracción. En la medida en que reconocemos que hay diferentes tipos de prácticas de abstracción y que esas prácticas llevan a diferentes tipos de relaciones de extensibilidad, el problema no es decidir cuál es la relación correcta, sino caracterizar las diferentes relaciones y modelar sus diferencias, *y eso requiere entender la manera en que esas diferentes prácticas de abstracción se sustentan en las diferentes maneras de hacer ciencia*. En esta sección hacemos ver que esta actitud pluralista recibe apoyo de estudios recientes en las ciencias cognitivas. En el próximo capítulo planteamos cómo esta tesis pluralista es sustentada por una larga tradición en la filosofía de la ciencia que reconoce el papel de la historia en la construcción de los contextos epistémicamente relevantes para el desarrollo de un modelo apropiado del avance y la innovación en la ciencia.

Los psicólogos han tratado muchas veces de entender los rasgos generales de la abstracción, como la generalización, la creatividad, la capacidad de resolver problemas, etcétera, por

medio de la caracterización de diferentes tipos de abstracción, dependiendo de los fines cognitivos. Se asume (implícitamente las más de las veces) que los diferentes fines están asociados con diferentes normas metodológicas para la abstracción. Jean Piaget es famoso por este modelo de estrategia. En sus estudios sobre el desarrollo del pensamiento abstracto en los niños, distingue entre la abstracción empírica que se usa para organizar objetos observados y la abstracción reflexiva, que es la abstracción acerca de conceptos y acciones (Piaget, 1968). Las estructuras cognitivas de los dos procesos son diferentes: en el primero, la operación básica es la de establecer correspondencias entre las palabras y lo que significan, mientras que en el segundo, la coordinación de acciones sirve como base para actos cognitivos de orden superior (por ejemplo, si tomamos abstracciones empíricas como objeto para otra abstracción). Esta idea básica de Piaget ha sido retomada en diferentes direcciones. Colunga y Smith (2003) ofrecen una explicación más refinada de las diferencias entre estos procesos, a partir de una serie de experimentos controlados. Según estos autores, después de un breve periodo en el cual los niños aprenden caso por caso el uso de palabras como meras etiquetas, empiezan a generalizar el patrón regular o la estructura de los objetos observados, a través de un aprendizaje asociativo de similitudes. La regularidad generalizada es abstracta en el sentido de que es una guía que ayuda a los pequeños a aplicarla en casos no vistos con anterioridad. El proceso es sensible al contexto, porque los patrones de regularidades se caracterizan no en términos de propiedades compartidas por los objetos, sino por una cierta manera de clasificar o de hacer particiones de los objetos. La categoría abstracta de cosas sólidas, por ejemplo, se relaciona con la forma de las cosas, mientras que la noción de cosas no sólidas se relaciona con el tipo de material de lo que las cosas están compuestas. De esta manera,

> los niños empiezan a aprender al hacer particiones del espacio de aprendizaje que apuntan a diferentes tipos de problemas: aprendizaje sobre palabras, aprendizaje sobre sonidos de animales, aprendizaje sobre objetos, sobre sustancias (Colunga y Smith, 2003).

El efecto de estas particiones –nos dicen Colunga y Smith– es calibrar manipulaciones de conceptos mentales en relación con diferentes contextos asociados con diferentes tipos de propósitos cognitivos. Esta relación entre contextos y propósitos, no sólo nos da una base para la abstracción, sino que nos lleva a reconocer una concepción pluralista de la abstracción: diferentes procesos de aprendizaje están relacionados con diferentes particiones, que implican, a su vez, diferentes tipos de abstracción.

Hay diversos estudios recientes que apoyan la tesis de que la abstracción no es un único tipo de proceso en distintos niveles cognitivos, y entender esas diferencias entre abstracciones requiere, entonces, entender esos niveles y la manera como interactúan cognitivamente. En lingüística cognitiva hay varias propuestas que exploran la idea de que los conceptos abstractos se entienden a través de metáforas, pero parece ser que esa dependencia de la abstracción a las metáforas depende, a su vez, del tipo de metáfora en cuestión. Por ejemplo, Lakoff y Johnson (1999, cap. 5) sostienen que metáforas como "el tiempo vuela" deben verse como la aplicación de una experiencia física de movimiento espacial que nos da un entendimiento figurativo del tiempo. Lera Boroditsky nos dice que el pensamiento acerca de "el dominio abstracto del tiempo" se construye sobre representaciones de dominios basados en la experiencia, pero no en la mera experiencia física (Boroditsky, 2000). Si el pensar abstracto acerca del tiempo debe ser entendido en relación con el pensamiento espacial (y no necesariamente en relación con la experiencia del movimiento mismo), entonces puede ser que nuestra idea de causalidad dependa de la manera en que pensemos la relación entre espacio y tiempo. Y esto de nuevo apunta a que diferentes tipos de abstracción dependen de los diferentes fines cognitivos que podamos tener en una situación determinada.

Lawrence Barsalou llega a conclusiones similares sobre la importancia de pensar la abstracción como una pluralidad de procesos. Según Barsalou, la abstracción es un mecanismo cognitivo en el que "diferentes áreas asociativas en el cerebro capturan estados de modalidades específicas durante la percepción y la acción, para luego utilizarlos con el fin de representar el cono-

cimiento". En el procesamiento visual de un auto, por ejemplo, mientras que unos grupos de neuronas se activan en respuesta a percepciones de bordes, vértices y superficies planas, otras se activan por orientación, color y movimiento. El patrón total de activación en este sistema, distribuido y jerárquicamente organizado, representa el ente en cuestión en la visión (Barsalou, 2003: 1179). Este mecanismo tiene dos etapas: una en la que los patrones específicos de modalidad se activan en la percepción y en la acción, y se guardan en la memoria; y una posterior de reactuación, en la que las neuronas asociadas reproducen el patrón sin que esté presente la estimulación de abajo a arriba (Barsalou, 2003: 1180). La aplicación de la etapa de reactuación puede considerarse una simulación de lo que produce la etapa de la modalidad específica. Los simuladores "integran información acerca de los casos de una categoría" y las simulaciones son "conceptualizaciones específicas de la categoría" (Barsalou, 2009: 1282). La abstracción concreta realizada por un simulador particular, sin embargo, sólo determina parcialmente el contenido de un concepto abstracto, puesto que el concepto puede reactuarse por simuladores diferentes en respuesta a diferentes contextos. El simulador de un automóvil puede producir la simulación de un auto en movimiento, mientras que en otras ocasiones puede producir simulaciones de reparaciones de autos o de un auto estacionado, etcétera (Barsalou, 2003: 1180). En correspondencia con acciones-situaciones distintas, como manejar, lavar o reparar, diferentes simuladores asocian el concepto de automóvil con diferentes propiedades estructuradas por diferentes tipos de relaciones. Una simulación producida por un determinado simulador es, en este sentido, holista y contextual.

El hecho de que sean varias las simulaciones que determinan un concepto abstraído hace de la abstracción un proceso dinámico en el que, si bien puede haber un conjunto relativamente fijo de simuladores de propiedades y relaciones para una persona en un determinado momento, los simuladores utilizados en diferentes ocasiones pueden variar bastante (Barsalou, 2003: 1183). El punto que nos interesa recalcar es que podemos considerar que la teoría de Barsalou expresa que la extensibilidad de una

simulación depende del simulador. En otras palabras, Barsalou está sugiriendo una manera en la que los diferentes tipos de extensibilidad pueden verse cognitivamente enraizados. *El carácter dinámico de la abstracción nos obliga a reconocer que la búsqueda de una única teoría de abstracción no tiene sentido, porque los procesos de abstracción van a funcionar de manera diferente dependiendo de los distintos propósitos cognitivos*.

Esta manera dinámica de entender la abstracción tiene implicaciones para el tipo de relación que tiene lugar entre las normas epistémicas y los tipos de abstracción. Muchas veces lo que se requiere para determinar qué simulación debe ser empleada son normas epistémicas; pero el papel de las normas va a depender, a su vez, del tipo de abstracción que requieran el contexto o la situación. Dado que no podemos identificar una abstracción con el sumario de una categoría, porque un número infinito es posible (Barsalou, 2003: 1183), se requieren normas que muchas veces son epistémicas para determinar la simulación pertinente.

Barsalou propone una lista de seis tipos de abstracción que han sido investigados por científicos cognitivos:

1. Conocimiento categorial: el proceso de relacionar apropiadamente un concepto con un término, por ejemplo, el concepto de silla con el término "silla", y con "mesa" o "gato".
2. La habilidad conductual: para generalizar mediante los miembros de una categoría; hacer una abstracción del conocimiento acerca de las propiedades conductuales de una categoría; por ejemplo, "los perros ladran".
3. Representación sumaria: la generalización de cosas tales como una regla declarativa, un prototipo estadístico o una relación conectiva.
4. Representación esquemática: la abstracción de propiedades críticas relevantes de los ejemplares de una categoría, en la que se dejan de lado rasgos irrelevantes. Los esquemas pueden distorsionarse para idealizar o caricaturizar una categoría.
5. Representación flexible: la aplicación de una representación sumaria a muchas tareas diferentes, incluidas la categorización, la inferencia, la comprensión lingüística, el razonamiento, entre otras.

6. Conceptos abstractos: la abstracción acerca de conceptos abstractos tales como "placer", "coraje", etcétera (Barsalou, 2003: 1185; 2005: 310).

Ahora veamos cómo puede ayudarnos la clasificación de Barsalou a entender el funcionamiento de la abstracción en la ciencia.

Radder y Cartwright apuntan a diferentes procesos de abstracción que desempeñan un papel en la construcción y estabilización de prácticas y conceptos. Por ejemplo, la teoría de la abstracción de Radder puede explicarse en el marco de la clasificación de Barsalou como sigue: las prácticas por medio de las cuales encontramos un patrón en un conjunto observado de objetos, para luego extenderlo a nuevas observaciones, tienen lugar a través de mecanismos modales específicos asociados con el conocimiento categórico, la representación sumaria o esquemática. Estos procesos cognitivos simuladores específicos permiten que el sujeto observe los objetos de una forma determinada. El proceso de reactuación especifica la extensibilidad de un concepto abstraído. Este proceso puede ser entendido como un tipo de representación flexible. En todo caso, es un paso que depende más de un conocimiento de trasfondo (*background knowledge*) y de una habilidad, más que de la capacidad de capturar la descripción correcta de un concepto. Tampoco es difícil ver que lo que llama Barsalou un proceso de reactuación (*reenactment*) es muy cercano a lo que llama Radder procesos de reproducción (Radder 2003 y 2006).

La tesis de Cartwright de que las relaciones causales están basadas en capacidades naturales puede entenderse como una teoría apoyada en la extensibilidad de los comportamientos, esto es, en la tendencia de tales comportamientos a ser generalizables a los miembros de la categoría. Explicaciones causales como "la aspirina alivia el dolor de cabeza" o "la fuerza electromagnética causa movimientos perpendiculares a la línea de acción" hacen referencia a capacidades naturales que se expresan en las tendencias de las aspirinas o las fuerzas electromagnéticas a modificar el comportamiento en cierta dirección. En la terminología de

Barsalou, tales relaciones causales son productos abstractos de los simuladores para la aspirina y la fuerza electromagnética, desarrollados por medio de mecanismos modales específicos que permiten interpretar un dolor particular o un movimiento perpendicular a la línea de acción particular como resultado de tales causas. Como hemos visto, Cartwright distingue entre una ley abstracta del tipo "*A* hace *X*" y otra del tipo "en *I*, *A* hace *X*". La primera es una ley general acerca de una regularidad que proviene de datos experimentales, mientras que la segunda es una ley causal local acerca de una capacidad de la naturaleza, que se obtiene por concretización. En el marco de la clasificación de Barsalou, la ley abstracta puede interpretarse como un resumen y una representación esquemática en la que se generaliza un patrón regular a partir de datos experimentales, mientras que las leyes causales pueden verse como el resultado de representaciones flexibles en las que un dominio específico de aplicación se detecta por científicos habilidosos en experimentos cuidadosamente diseñados. Además de las representaciones sumaria y esquemática que cumplen un papel en la construcción de modelos, la representación flexible desempeña un papel en el proceso de transferir algunas regularidades de un tipo de fenómeno a otro por medio de una analogía. Nersessian hace hincapié en la importancia de las generalizaciones que provienen de abstracciones genéricas, que no pueden ser caracterizadas como una mera extensión de una regla a nuevos dominios, sino que más bien son procesos creativos que involucran la manipulación y la modificación de patrones regulares de los que emerge una nueva "clase natural" de fenómenos objetivos. Consideramos que Barsalou se refiere a este tipo de generalizaciones cuando nos dice que "cuando la misma configuración de una propiedad y de simuladores de relación puede aplicarse a diferentes categorías, la analogía se torna posible" (Barsalou, 2005: 422). La generalización por analogía es, pues, el núcleo de lo que Barsalou llama representación flexible. Las representaciones flexibles no son sólo una reactuación simulada de patrones de modalidad específicos generados por los simuladores contextuales originales, como es el caso de la predicción. En una representación analógica, la simulación

reactuada no es la inferencia de una conceptualización en una situación similar a aquella en la que la conceptualización se activó inicialmente. Es más bien una inferencia creativa que lleva a una identificación de diferente tipo, más abstracto, de fenómeno. En el caso de Maxwell, los patrones y las regularidades encontrados inicialmente en los fenómenos que involucraban fluidos y electrostática se transfirieron a un nuevo tipo de fenómenos (electromagnéticos). En el marco de la teoría de Barsalou, el éxito de este paso creativo depende de si el nuevo patrón conceptualizado nos permite reactuar la simulación para que sea aplicable a los fenómenos electromagnéticos. La invención de Maxwell de los engranajes intermedios puede ser considerada un intento por construir simuladores adecuados a entornos mediados por el éter, de tal manera que sea posible la reactuación del modelo de vórtices en fluidos en explicaciones y predicciones futuras.

En resumen, nuestra propuesta es que entender la abstracción como una pluralidad de procesos cognitivos nos permite poner en perspectiva la diversidad de explicaciones que se dan en la filosofía de la ciencia como respuesta al problema de qué es abstracción. Y más de fondo, el tipo de pluralismo explicativo que hemos visto que surge de manera natural desde la perspectiva de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas (capítulo 6) recibe, de esta forma, apoyo adicional de las ciencias cognitivas y de las propuestas que reconocen la importancia del carácter situado de la cognición que se articula en propuestas como la de Barsalou.[39]

[39] Para una argumentación de cómo el carácter situado de la cognición desempeña un papel en las propuestas pluralistas de la abstracción, véase Barsalou (2009).

8. Prácticas, estilos y paradigmas

En el primer capítulo hicimos ver cómo las diferentes maneras de entender la historia de la ciencia presuponen diferentes maneras de entender las prácticas como recursos epistémicos. Luego hicimos ver, a lo largo de varios capítulos, que hay razones para tomar en serio una perspectiva en la filosofía de la ciencia que tenga como punto de apoyo para la reflexión filosófica la organización de la ciencia en prácticas. Abordamos el tema de la racionalidad como un problema acerca de cómo se organiza el razonamiento en normas (implícitas) en prácticas. En este último capítulo queremos retomar el tema y mostrar que tomar en serio la organización de la ciencia en prácticas nos ayuda a entender discusiones relacionadas con los modelos de cambio científico desde una perspectiva productiva.

1. De paradigmas y estilos de pensamiento

Kuhn, Feyerabend, Toulmin y muchos otros filósofos y científicos en la posguerra cuestionaron la tesis del positivismo lógico, según la cual, la ciencia es un conjunto de teorías sobre diferentes temas cuya columna vertebral es un reduccionismo metodológico.[40] Para todos estos autores, la manera en que las diferentes comunidades han llegado a establecer sus métodos particulares de investigación

[40] Kuhn (1962), Feyerabend (1970) y Toulmin (1972).

no puede entenderse del todo como si siguiera un método de investigación paso a paso. Kuhn lo plantea de manera extrema, diciéndonos que el conocimiento científico, producto de la ciencia normal, se hace a través de paradigmas en los que se sigue un método (o métodos) distintivo del paradigma. En la ciencia normal se dejan de lado las discusiones acerca de cuestiones fundamentales para centrarse en desarrollar y resolver problemas sobre los que hay acuerdos que permiten avances claros a través de la aplicación de métodos que se aceptan como árbitros en las disputas. Pero muchas veces los problemas sin resolver se acumulan y el paradigma termina siendo un mero sistema de creencias y métodos al que se aferra una comunidad de investigación. En la medida en que la ciencia se concibe como si estuviera constituida por paradigmas a la manera de Kuhn, se genera una brecha insalvable entre la ciencia normal que se hace a través de los paradigmas y los cambios bruscos que tienen que darse para que podamos darle sentido a la historia de la ciencia; claro que entre esos cambios hay algunos que no encajan con la descripción de lo que es ciencia normal. Tenemos entonces que dar una caracterización de esa otra manera de hacer ciencia, el tipo de ciencia que se hace entre paradigmas. Esto introduce lo que Kuhn llama una *tensión esencial*, una discontinuidad entre la evolución gradual y un tipo de cambio, que dada la concepción tradicional de racionalidad tiene que catalogarse de no racional. Esto muchas veces se formula como un dilema. El dilema consiste en que el ejemplo por excelencia de lo que es una actividad racional, la ciencia, se caracteriza por cambios no racionales en momentos que marcan sus avances más significativos. Podemos llamarlo "el dilema de Kuhn".

La filosofía de la ciencia está llena de discusiones sobre este punto. Una manera de tratar de resolver el dilema es hacer ver que Kuhn estaba equivocado, que históricamente no hay tal diferencia entre periodos de ciencia normal y de ciencia extraordinaria. La sugerencia es que Kuhn malinterpretó la historia de la ciencia. Se puede cuestionar que incluso los ejemplos más sonados de paradigma no se abandonaron por la acumulación de anomalías, o bien pueden darse razones filosóficas en favor de que la racionalidad de la ciencia no puede modelarse de la manera en que

presume Kuhn. Popper, por ejemplo, propone una respuesta bien conocida en esta dirección, según la cual la *falsación* de teorías es el único criterio de racionalidad (Popper, 1972). Otra manera de resolver o disolver el dilema ha sido tratar de mostrar que en realidad hay diferentes tipos de racionalidad en la ciencia y que el tipo de racionalidad de la ciencia normal es diferente del tipo de racionalidad que sale a relucir en la ciencia extraordinaria.[41] Otra alternativa es empezar por aceptar que la ciencia no es una empresa racional en el sentido tradicional, sino que es racional en un sentido que está implícito en su historia.[42] Una de las respuestas más productivas parte de hacer ver la importancia que tienen los estilos (de pensamiento o de razonamiento) en la estructuración y dinámica de las normas de lo que se considera racional. Situar esta propuesta en el marco de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas es el objetivo central de este capítulo.

Hablamos en el capítulo 2 del concepto de estilo de pensamiento, formulado por Fleck como un conjunto de instrumentos cognitivos y normativos que guían nuestros juicios respecto de las líneas de investigación que valen la pena. Una observación para Fleck no es una simple percepción sino un proceso cognitivo orientado y constreñido por un estilo de investigación. En este capítulo, partimos del concepto de estilo de pensamiento propuesto por Crombie, el cual parece haber sido desarrollado de manera independiente a la de Fleck a mediados del siglo xx. El concepto de estilo de pensamiento de Crombie hace referencia a preocupaciones muy diferentes de las de Fleck. Crombie era un historiador preocupado por proponer un orden que organizara la historia de la ciencia a través de ciertos temas fundamentales. Como veremos, los estilos a la manera de Crombie cumplen también un papel

[41] Godfrey Smith (2003) tiene una propuesta en esta dirección.

[42] Hay muchas maneras de desarrollar esta idea. Este tipo de propuestas se conoce generalmente como propuestas historicistas. Lakatos en su famoso trabajo de 1970 sugiere una propuesta historicista; otra muy diferente es la de Laudan (1977b). Toulmin (1972) propone que la racionalidad de la ciencia no se captura en los modelos lógicos de argumentación, sino que requiere entender la estructura pragmática de los argumentos y la manera como evoluciona esa estructura a través de la historia de la ciencia (como parte de la evolución de los patrones de argumentación pragmáticos).

importante en una filosofía de la ciencia centrada en prácticas, sobre todo por el papel que desempeña esta manera de entender los estilos en la filosofía de Ian Hacking.

Crombie introdujo el concepto de estilo de pensamiento en algunos escritos contemporáneos a los famosos trabajos de Kuhn y Feyerabend, aunque el libro completo fue publicado mucho más tarde (Crombie, 1994). La tesis central de la obra de Crombie es que hay seis estilos diferentes (postulacional, experimental, hipotético, taxonómico, probabilista e histórico) que han ido apareciendo a lo largo de la historia de la ciencia, y cada uno de ellos desarrolla un tipo de racionalidad diferente. Dado que modelar la historia de la ciencia requiere comparar y entender cómo han interactuado esos diferentes estilos de pensamiento, Crombie habla de que la historia de la ciencia debe entenderse como un tipo de "antropología intelectual comparada". La idea central es que esos diferentes estilos son una manifestación colectiva de los diferentes métodos científicos que caracterizan una tradición en tanto que inhiben o limitan la consideración de unas alternativas y promueven otras.

Hacking retoma la tesis de los diferentes estilos de pensamiento, pero a diferencia de Crombie, los asocia más con la producción de diferentes tipos de ontología distintivos de cada uno, y agrega un estilo, el estilo de laboratorio. Los estilos para Hacking son el resultado de interacciones sociales que, una vez maduros, son independientes de su historia y generan tipos de conocimiento acumulativo con base en técnicas de autoestabilización propias del estilo.[43] Así, los conflictos sobre ontología, o más específicamente, los conflictos sobre el origen de la objetividad en la investigación científica, pueden provenir de la coexistencia de diferentes estilos que se considera que tienen una larga duración y que promueven objetos y estándares alternativos que llegan para quedarse. Hacking supone que los estilos se mantienen a través de una estructura normativa que es autovalidante, lo que

[43] Un estudio a fondo de la relación entre estilos y prácticas es Castro Moreno (2012). Winter (2011 y 2012) también muestra las interrelaciones entre estilos, prácticas y teorías.

hace que los estilos sean autónomos e identificables como tales y permite explicar la persistencia de los estilos a través del tiempo.[44]

2. De estilos de pensamiento a estilos cognitivos

La tesis de la inconmensurabilidad de Kuhn sugiere que la verdad y la objetividad son el producto contingente de los diferentes paradigmas y, por lo tanto, queda sin explicar la obvia y distintiva estabilidad de la ciencia como empresa acumulativa. Hacking puede responder a este problema porque para él los estilos (y los objetos y cánones de racionalidad asociados) llegaron para quedarse. No son una moda. A lo más, podemos pensar en la necesidad de agregar algún otro estilo en el futuro, pero un estilo no sustituye a otro.

El concepto de estilo de Crombie y Hacking es indudablemente valioso porque apunta a una manera en la que puede responderse el dilema de Kuhn sin caer en la disyuntiva de que o bien aceptamos el concepto tradicional de racionalidad y su idea de investigación científica guiada por normas acontextuales, o bien tenemos que defender una posición relativista, que compromete la objetividad de la ciencia.

No obstante, consideramos que hablar de estilos en la ciencia a la manera de Hacking no es suficiente por varias razones. En primer lugar, no parece ser una buena descripción de la historia de la ciencia. Si bien uno puede aceptar que hay estilos en la ciencia y que esos estilos son un factor explicativo importante en los modelos de cambio científico, es difícil aceptar que existan exactamente esos seis estilos que Crombie identificó a partir de los presupuestos positivistas respecto de lo que es la ciencia y que esos estilos llegaran, como ya dijimos, para quedarse. Hacking ha sugerido varias veces que puede haber otros estilos, e incluso

[44] Hacking ha cambiado bastante sus ideas respecto de cómo se entienden los estilos. El recuento que hacemos aquí de sus ideas (basado en Hacking, 2002) no pretende ser una caracterización exacta de su manera de entender los estilos actualmente, pero es un bosquejo de sus ideas que, nos parece, es fiel a las que Hacking ha sostenido, y que independientemente de si Hacking las sigue sosteniendo o no, han sido muy influyentes en la discusión sobre estilos.

habló durante muchos años de la necesidad de incluir uno nuevo, el estilo de laboratorio experimental, mencionado antes. Una serie de críticas a la propuesta de Hacking parece haberlo inclinado a retornar la propuesta inicial de Crombie de que no tenemos realmente que pensar que existen más de esos seis estilos, que las novedades deben verse más bien como "cristalizaciones" de esos mismos postulados por Crombie. Nos parece, sin embargo, que en la medida en que se mantiene la idea de que la lista de estilos es fija, nos metemos en una camisa de fuerza que no deja ver las importantes ventajas explicativas de los estilos. La única justificación que parece haber para mantener ese número fijo es que deja muy clara una respuesta al dilema de Kuhn. Pero si el dilema de Kuhn puede resolverse sin el supuesto de un número fijo de estilos, esa justificación deja de ser operativa.

Por otro lado, la manera como Hacking caracteriza los estilos parece ser muy limitante para entender la estructura y dinámica de las variadas agendas de investigación en la ciencia. Las ciencias cognitivas difícilmente encajan hoy en esos moldes. El estudio de la cognición se extiende desde la construcción de robots hasta la etología comparada, la arqueología cognitiva y muchas otras agendas de investigación. Hay agendas importantes de investigación en las que se combinan tipos muy diferentes de investigaciones. Es difícil ver cómo los estilos de Hacking podrían ayudarnos a entender la manera en la que esas agendas se estructuran y cambian. Incluso las propuestas que pretenden dar ejemplos de cómo se aplican los estilos de razonamiento en áreas fuera de la física plantean serios problemas. Bensaude-Vincent (2009) caracteriza el "estilo de pensamiento de los químicos" como una manera de formular lo que Hacking llama estilos de laboratorio, pero no es claro cómo encaja la caracterización de Bensaude-Vincent con la de Hacking. Si bien Hacking reconoce que el hacer es tan importante como el interpretar para entender la dinámica de los estilos, piensa que ese hacer es filosóficamente importante en la medida en que entra en la formulación de condiciones de posibilidad de enunciados que pueden ser verdaderos o falsos. Bensaude-Vincent, por el contrario, sugiere que un aspecto crucial del estilo en el que se hace química involucra el enfocarse en sustancias particulares,

pero también deja claro que las sustancias individuales son de interés del químico en tanto que entran en relación con otras. Los químicos, según Bensaude-Vincent, no encajan en un estilo en el que su labor tenga implicaciones sólo en lo que concierne a la especificación de condiciones de posibilidad de enunciados; *el hacer de los químicos no pretende terminar en representaciones de la realidad, sino en una caracterización de las capacidades que tienen los diferentes elementos de relacionarse*.

Mientras que Hacking enfatiza la importancia de una ontología distintiva del estilo de laboratorio, que está relacionada con lo que él ha llamado la "creación de fenómenos", Bensaude-Vincent ve el laboratorio como generador de conocimiento sobre las propiedades de materiales específicos en el contexto de las potencialidades de esos materiales para generar compuestos de interés para los químicos.

Uno podría pensar que todo se resuelve con reconocer que hay variantes de estilos, pero, entonces, a menos que se parta de un supuesto esencialista que redirija de alguna forma las variantes a los estilos autovalidantes de los que hablan Hacking y Crombie, el hablar de variantes o cristalizaciones de estilos nos lleva al problema de tener que discutir cuáles podrían ser los criterios de individuación de estilos, y a la vez nos obligaría a tener que abrir una discusión sobre lo que se pretende significar al decir que los estilos se autovalidan.[45]

Una manera de entender los estilos es como marcos de lo que se considera verosímil o posible en el contexto de investigaciones específicas. Ésta es una idea que ha sido defendida por Elwick.[46] Nos parece que va en la dirección correcta, pero que, a diferencia de lo que afirma Elwick, los estilos no caracterizan meras condiciones de posibilidad, sino agendas de investigación posibles; y esto muchas veces requiere tomar en cuenta las (capacidades de) las tecnologías a nuestra disposición (véase Echeverría y Álvarez, 2011). Esas agendas organizan competencias y colaboraciones específicas como parte de las complejas redes de recursos disponibles y las orientan

[45] Véase Kush (2010) para un examen minucioso de estos problemas.

[46] Véase Elwick (2012).

al logro de fines. Así, los estilos pueden verse como un horizonte normativo que da pautas para el avance de la ciencia. Una agenda prometedora toma en cuenta lo que podemos hacer con los materiales a la mano, el conocimiento que tenemos de las tecnologías accesibles o que se consideran desarrollables y las colaboraciones o recursos de los que podemos echar mano (aquellos que pueden entrar en relaciones de colaboración). Algo importante es que el conocimiento en cuestión no es simplemente conocimiento proposicional, sino conocimiento implícito en las prácticas. En este sentido, podemos decir que los estilos extienden un conocimiento implícito (aunque a veces puede ser explícito) en las prácticas hacia nuevas aplicaciones.[47] Por ello, preferimos caracterizar los estilos como estilos cognitivos. El papel de los estilos está íntimamente relacionado con el desarrollo de nuestras capacidades de abstracción en el contexto de prácticas y agendas de investigación específicas.

Esta noción de estilo (cognitivo) como constreñimiento sobre posibles agendas de investigación puede ejemplificarse con el desarrollo de uno de los paradigmas más importantes en la ciencia del último siglo, el paradigma darwinista. La idea de que los seres vivos evolucionan en el sentido que cambian a través de procesos de reproducción, es una idea antigua. Han existido muchas teorías y muchas discusiones entre sus proponentes. El sentido en el que Darwin inicia una nueva forma de plantear el proceso de evolución tiene que ver con una manera diferente de entender los procesos de cambio. La idea tradicional en el siglo XIX de un autor como Spencer, por ejemplo, era que había una ley general que hacía que la complejidad de los procesos tendiera a aumentar (Spencer, 1857). Darwin cuestiona esta visión metafísica de la evolución, y para distinguirse de ese tipo de caracterización de la evolución, habla de descendencia con modificación (Darwin, 1859).

[47] Éste es el sentido de extensión del que hablamos en el capítulo anterior. No vamos a elaborar aquí el argumento, pero esperemos que quede claro que lo que estamos diciendo es que los diferentes estilos, en buena medida por lo menos, pueden entenderse como estilos cognitivos asociados con maneras de construir abstracciones.

Darwin reúne resultados y métodos de investigación desde muy diferentes prácticas de la biología de su tiempo, pero también de la lingüística y la psicología, para construir un argumento en favor de la evolución. Pero más allá de eso, da pauta para el reordenamiento de muchas prácticas científicas diferentes (en biología y ciencias sociales en particular) que debemos ver como un cambio de paradigmas en muchas disciplinas (en nuestro sentido), que promueven un estilo diferente de hacer investigación en la biología y en las ciencias sociales. Las ideas de Darwin no deben verse como un cúmulo de creencias que se siguen a pie juntillas, sino más bien como abstracciones que permiten extender su propuesta hacia otras agendas en la biología y las ciencias sociales a través de alianzas y colaboraciones entre agendas científicas.

3. De paradigmas a estilos cognitivos

La idea de que hay diferentes racionalidades en la ciencia asociadas con diferentes estilos de pensamiento es lo que lleva a Hacking a desarrollar una filosofía de la ciencia que parte de rechazar la idea de que hay una "crisis de la racionalidad". Para Hacking, este rechazo va de la mano de la propuesta, presentada en su libro de 1983, de que hay tradiciones experimentales en la ciencia cuya estructura y dinámica no pueden explicarse en modelos de cambio científico que modelan cambio de teorías. Este libro inicia con el siguiente párrafo:

> Los filósofos desde hace mucho tiempo hicieron de la ciencia una momia. Cuando finalmente la desenvolvieron vieron los restos de un proceso histórico de devenir y descubrimiento, se crearon para ellos la crisis de la racionalidad. Esto sucedió cerca de 1960 (Hacking 1983: 1).

Hacking sugiere que los filósofos se inventaron la crisis, y que, por lo tanto, es aconsejable dejar el tema de la racionalidad de lado. Esto es correcto si pensamos que tal crisis se da en la filosofía de la ciencia y que está relacionada con la pérdida de criterios generales metodológicos como los que buscaba el empirismo lógico,

pero como hemos sugerido a lo largo del libro y varios filósofos han hecho ver por décadas, esa pérdida de criterios generales no tiene que considerarse problemática.

Ahora bien, la crisis de la racionalidad no es nada más una cuestión de los filósofos de la época. En muchas comunidades de científicos de la segunda mitad del siglo xx se habla de crisis y de la necesidad de cambios importantes en la manera de abordar los problemas para avanzar. El cuestionamiento de la manera tradicional de ver la ciencia como una empresa unificada por ciertas normas respecto de lo que constituye el avance científico no proviene de la filosofía, o por lo menos no sólo de la filosofía, sino también de comunidades de científicos que cuestionan la manera tradicional de entender su propia labor como parte de una empresa colectiva identificable por fines e intereses de diverso tipo, así como por herramientas cognitivas y fines epistémicos compartidos. En todo caso, lo que los filósofos inventaron no fue la crisis, sino el origen de la crisis.

En los escritos de Piaget y sus seguidores hay una clara preocupación por el problema de la racionalidad entendido como el problema de reconciliar racionalidad con diversidad cultural (véase, por ejemplo, Smith *et al*., 1997), como un problema central en la psicología. Es bien conocido que Kuhn encuentra en los estudios psicológicos de su tiempo (y en particular en la psicología Gestalt) inspiración para su planteamiento. Pero no es meramente inspiración. Kuhn generaliza algunas ideas promovidas (muchas veces implícitamente) en la psicología, que cuestionan la distinción tajante entre psicología y epistemología que sustenta la visión de la filosofía de la ciencia positivista sobre la ciencia.

Es un hecho que Kuhn fue muy mentado en los estudios psicológicos de la tercera parte del siglo xx. Sin embargo, como lo propone un historiador de la psicología en 1993, no es fácil entender por qué los psicólogos se toman tan en serio a Kuhn dadas las "importantes inconsistencias presentes en sus ideas y su uso más bien informal y no sistemático de la psicología" (O'Donohue, 1993). Parte de la respuesta es, sin lugar a dudas, que Kuhn es citado la mayor parte de las veces para apoyar un argumento

del autor.[48] El discurso de Kuhn es una manera particularmente atractiva para muchos psicólogos, en la segunda mitad del siglo XX, de formular sus propuestas para cambios importantes en las preguntas centrales que guían la disciplina, pero no es una guía metodológica o un marco filosófico que guíe la investigación. Por ejemplo, Kuhn desempeña un papel importante de apoyo al desarrollo de teorías de cambio conceptual novedosas (como las teorías de Strike y Posner en los años ochenta).[49] Pero esas teorías no se explican a partir de las ideas de Kuhn. Strike y Posner reconocen la importancia de Kuhn, Lakatos y Toulmin en señalar la importancia de entender la ciencia como el resultado de procesos de aprendizaje (que son el producto de mecanismos psicológicos que es tarea de la psicología desentrañar). Pero no utilizan las ideas de Kuhn para desarrollar sus propuestas; lo usan retóricamente para hacer ver que el tipo de propuesta que plantean es prometedor. En otras palabras, *no hay que pensar que vamos a encontrar en Kuhn herramientas para entender las discusiones que tuvieron lugar en el marco del desarrollo de teorías novedosas de cambio conceptual, más bien, la manera cómo los psicólogos entendían el concepto de paradigma nos puede ayudar a comprender la manera cómo se gestan cambios "revolucionarios" en comunidades específicas*.

Algo similar sucede en sociología. Las ideas de Kuhn resuenan con propuestas bastante conocidas entre sociólogos respecto de la importancia de estructuras similares a los paradigmas de Kuhn. Las teorías de rango medio de Merton no son sólo una fuente de inspiración del concepto de paradigma de Kuhn, sino una de sus acepciones más importantes (en prácticas científicas específicas en las ciencias sociales en particular). Otro sociólogo, Pierre Bordieu, en una tradición muy diferente, habla de "racionalidades específicas" asociadas con diversos mundos económicos o sociales ajustadas a "las regularidades inscritas en cada uno de ellos"

[48] Coleman y Salamon (1988) muestran que 95% de las citas a Kuhn en psicología son positivas; usualmente lo toman para apoyar la tesis del autor.

[49] Véase Strike y Posner (1992) para un resumen de la propuesta. La idea básica es que el cambio conceptual tiene lugar regularmente en corto tiempo y que involucra el reemplazo de un concepto por otro.

(Bordieu 1997:160). Y podríamos dar una lista larga de ejemplos como éstos. La idea de paradigma como ejemplar de Kuhn apunta en la misma dirección

Así, un concepto productivo de paradigma en la filosofía de la ciencia tiene que sustentarse (como el mismo Kuhn lo sugiere en sus últimos escritos) en un entendimiento del modo en que llegamos a conceptualizar el mundo; pero esto requiere entender cómo ciertas prácticas científicas específicas (maneras de hacer cosas reproducibles y sujetas a procesos socialmente establecidos de aprendizaje) desempeñan un papel en la organización y selección de los conceptos y las habilidades que promueven una agenda.

En la filosofía de la ciencia se asume por lo general que los paradigmas están, o pueden estar, bien definidos como meros sistemas de creencias. Sin embargo, este supuesto es cuestionable. Los paradigmas de los que hablan los científicos, muchas veces por lo menos, no pueden caracterizarse como meros sistemas de creencias, puesto que implícitamente involucran sistemas tecnológicos, agendas de investigación, herramientas cognitivas, etc., que se transmiten de generación en generación a través de prácticas establecidas. Kuhn muchas veces se refiere a los paradigmas como maneras de hacer las cosas, pero la diferencia entre los diferentes sentidos de paradigma utilizados por diferentes comunidades se pasa por alto. Maneras de hacer las cosas son paradigmáticas en comunidades específicas como partes de agendas específicas. En particular, se pasa por alto que las diferentes creencias asociadas con un paradigma tienen raíces en procesos de aprendizaje y enculturación sistemática que moldean no sólo nuestra forma de plantearnos los problemas sino las expectativas sobre participación en agendas de investigación y expectativas sobre el tipo de nexos de colaboración que pueden desarrollarse. El mapa de estas expectativas no es una cuestión de creencias sino de las habilidades y los recursos que pueden desplegar los agentes como participantes de determinadas agendas. Lo que muchas veces se identifica como inconmensurabilidad de creencias es irrelevante para una explicación del cambio científico, puesto que la cooperación entre prácticas puede darse en el marco de una agenda, incluso si se tienen creencias "inconmensurables".

Es bien sabido que, por ejemplo, muchos físicos continuaron desarrollando agendas de investigación muy exitosas durante la primera mitad del siglo xx en áreas muy diversas de la física, a pesar de no saber nada de mecánica cuántica o relatividad y a pesar de seguir pensando que la física de Newton era el paradigma definitivo de la física. De manera similar muchos taxónomos siguieron haciendo taxonomía exitosamente por décadas sin aceptar la teoría de la evolución de Darwin. Y el hecho de que hoy los físicos reconozcan el lugar preeminente de la física cuántica tiene que ver más con la homogeneización de los procesos de educación de los físicos contemporáneos que con el desarrollo de un marco teórico unificado que guíe el desarrollo y la competencia o colaboración entre agendas.

Todo esto apunta a que el concepto de paradigma que queremos rescatar puede caracterizarse como maneras específicas de hacer cosas que involucran procesos de enseñanza-aprendizaje y de capacidades de coordinación (en el contexto de agendas de investigación específicas a las que contribuyen). Para Howard Margolis los paradigmas están constituidos por hábitos mentales (Margolis, 1993: 23). Para él, si bien las creencias compartidas pueden ser importantes, lo esencial de un paradigma no son esas creencias compartidas sino los hábitos mentales que lo componen. Nuestra propuesta es similar, pero hacemos énfasis en que los paradigmas no son meros hábitos mentales sino más bien hábitos-habilidades que incorporan expectativas de colaboración en el marco de prácticas y otras organizaciones. Las expectativas deben entenderse como si estuvieran situadas en nuestras habilidades, en la medida en que ciertas habilidades específicas traen a colación expectativas que hacen que algunos atributos de una situación sobresalgan y otros se pierdan de vista (véase sección 5.5). Estos hábitos-habilidades sitúan nuestros procesos cognitivos (nuestras capacidades de abstracción en particular) y nuestras maneras de hacer avanzar el conocimiento a través de nuestra participación en agendas.

En consecuencia, podemos establecer una estrecha relación entre nuestra manera de entender lo que son paradigmas en la ciencia y el papel explicativo de los estilos cognitivos. Los estilos cognitivos, tal y como los hemos presentado, son estilos de razona-

miento, pero más básicamente, son estilos cognitivos que cumplen un papel en el desarrollo de nuestras capacidades de extender los conceptos y las habilidades a situaciones nuevas a través de la construcción de abstracciones apropiadas.

4. Conclusión

En una breve introducción a la filosofía de la ciencia contemporánea, Machamer y Silverstein (2002) hablan de dos visiones encontradas sobre la situación actual y el futuro de la filosofía de la ciencia. La primera es la visión analítica que asume que la filosofía de la ciencia puede y debe hacerse como una investigación *sui generis* sin relación con las ciencias concretas. De acuerdo con esta visión, el interés por las discusiones históricas, sociológicas y psicológicas recientes sólo puede verse como una pérdida de dirección de la filosofía de la ciencia. Una segunda visión considera indispensable involucrarse en discusiones en las ciencias empíricas, y en particular en las ciencias sociales, y que esa visión está hoy más activa que nunca. La filosofía de la ciencia desde esta segunda visión no es claramente distinguible de discusiones en las ciencias empíricas, ni podemos encontrar criterios metodológicos o epistemológicos que distingan a esa filosofía de la ciencia; el único consenso importante es que la filosofía de la ciencia tiene que hacerse desde y para la ciencia, y por lo tanto, que los filosófos de la ciencia ya no pueden hacer filosofía de la ciencia sin saber de ciencia y de su historia. De ahora en adelante, nos dicen Machamer y Silberstein, "los filósofos de la ciencia van a tener que hablar de la manera en que la ciencia se practica de hecho, y de cómo los científicos plantean los problemas que son de interés filosófico (Machamer y Silberstein, 2002: 9). En esta filosofía naturalizada de la ciencia se toman las prácticas concretas como punto de partida para explicar las normas epistémicas locales y poco a poco se va haciendo ver cómo esas normas pueden extenderse a otras investigaciones de una manera que nos permite ir tejiendo un bordado de ideas generales que nos dan una visión del todo a partir de una reflexión respecto de la ma-

nera cómo se hace la ciencia. Y esto requiere tomarse en serio lo que las diferentes disciplinas o tradiciones pueden decirnos sobre otras tradiciones de investigación, lo que nos lleva a reconocer la importancia del método comparativo en la filosofía de la ciencia.

El punto de partida de este libro ha sido una distinción entre una filosofía de la ciencia centrada en teorías y una centrada en prácticas. Esto no quiere decir que la filosofía tenga que hacerse de una manera que excluya la otra. Una filosofía naturalizada de la ciencia puede hacerse centrada en prácticas o en teorías y hay mucho que hacer desde ambas perspectivas y combinando ambas. A lo largo del libro hemos dado ejemplos, uno de ellos en relación con el problema del reduccionismo, de lo provechoso que puede ser tomarse en serio las prácticas y las teorías. Pero, como esperamos haber mostrado a lo largo del libro, una filosofía de la ciencia centrada en prácticas nos ayuda a ver cuestiones que tienden a dejarse de lado en un enfoque centrado exclusivamente en teorías. Quizá la consecuencia metodológica más importante es que centrarnos en las prácticas nos ayuda a no perder de vista que las diferentes agendas científicas no se desarrollan aisladas unas de otras, sino que son parte de un complejo cultural que decisivamente influye en el planteamiento de sus problemas y en la estructuración de sus expectativas.

Una filosofía de la ciencia centrada en teorías hereda de la tradición analítica la idea de que el origen de la normatividad epistémica proviene de cómo una disciplina en particular establece cánones interpretativos de observaciones o experimentos que son propios de la disciplina. De esta manera, si bien se abandona la idea de que la normatividad epistémica proviene de reglas lógicas o matemáticas establecidas *a priori*, se mantiene la idea de que la normatividad epistémica pertinente en una disciplina puede estudiarse sin necesidad de incorporar el papel de organizaciones de recursos cognitivos, tecnológicos y sociales. Por ejemplo, los nuevos mecanicistas (como Craver, del que hablamos en la introducción) piensan que es posible llegar a entender la ciencia tomando únicamente en cuenta los modelos mecanicistas de la ciencia. En una filosofía de la ciencia centrada en prácticas se parte de que este supuesto no es viable.

Pero en todo caso, no hay que olvidar que la filosofía de la ciencia centrada en prácticas es una de las maneras en las que hoy se promueve una filosofía de la ciencia naturalizada a partir de, por lo menos, los siguientes puntos de acuerdo:

Localismo. La filosofía de la ciencia naturalizada abandona la idea de que la meta de la filosofía de la ciencia es buscar la unidad de la ciencia a través de algún modelo reduccionista. Pero si dar cuenta de la unidad ya no es un objetivo, entonces la explicación de la diversidad se torna importante. En particular, va a ser importante identificar las normas locales propias de prácticas o técnicas (de observación o de construcción de modelos) específicas, para luego ver cómo se extienden a otras prácticas. Esta extensibilidad de las normas es compatible con el localismo ya que no implica la aplicabilidad universal en cualquier campo.

Historicismo. Dado que las normas epistémicas deben entenderse dentro de las prácticas concretas, entonces ese entendimiento es posible sólo cuando se sitúan en los contextos históricos en que estas normas se establecen.

Pluralismo. Los dos puntos anteriores apuntan a la necesidad de adoptar una posición pluralista respecto de los fines y las normas de intéres en la filosofía de la ciencia naturalizada. Pero exactamente cómo se entiende o cuál es el alcance del pluralismo en cuestión es un punto de discusión importante entre los filósofos que promueven un enfoque naturalista. Como vimos en el capítulo 6, desde la perspectiva de una filosofía de las prácticas, la discusión sobre si las explicaciones deben buscar adecuarse a un marco unificado, o si deben entenderse como mecanismos o como tipos de argumentos no tienen por qué pensarse como alternativas excluyentes. En diferentes prácticas hay distintos tipos de criterios respecto de qué es una buena explicación. Pero para mecanicistas como Carl Craver (véase la referencia a su propuesta en la introducción) una filosofía naturalizada de la ciencia requiere que identifiquemos un tipo de modelo mecanicista como un modelo explicativo preeminente.

Una filosofía de las prácticas científicas como la que proponemos en este trabajo agrega además un punto importante que debe ser tomado en cuenta en una filosofía naturalizada de la ciencia, a saber, una dimensión cognitiva. Los recursos cognitivos, en cuanto modeladores de las capacidades cognitivas que entran en juego en la construcción de conceptos, explicaciones y predicciones científicas no tienen que verse como meros recursos internos de los agentes individuales. Los recursos cognitivos son parte del entorno normativo articulado por prácticas y modelos que conforma los contextos locales en los que las normas se articulan en estructuras heurísticas y en agendas de investigación que extienden y diversifican esas normas locales.

Este libro argumenta en favor de una filosofía naturalizada de la ciencia en la que desempeña un papel importante la dimensión cognitiva que muchas veces se deja de lado en otras propuestas de filosofía naturalizada de la ciencia. El pluralismo explicativo que, como hemos visto, es parte importante de una filosofía de la ciencia centrada en prácticas recibe sustento no sólo en modelos historiográficos de la ciencia asociados con lo que Machamer y Silverstein (2002) llaman la segunda visión de la filosofía de la ciencia, sino por parte de las ciencias cognitivas.

Bibliografía

Ahn, Andrew C.; Muneesh Tewari; Chi-Sang Poon y Russell S. Phillips, 2006, "The Limits of Reductionism in Medicine: Could Systems Biology Offer an Alternative?", *Plos Medicine* , vol. 3, no. 6, e208. doi: 10.1371/journal.pmed.0030208.

Álvarez, Francisco y Javier Echeverría, 2008, "Axiological Bounded Rationality in Social Sciences", en Evandro Agazzi, Javier Echeverría y Amparo Gómez Rodríguez, *Epistemology and the Social*. Rodopi, (Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, 96), Ámsterdam, 173-189.

Baird, Davis, 1989, "Instruments on the Cusp of Science and Technology: The Indicator Diagram", *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Science, Past and Present*, vol. 8, 107-122.

——, 2004, *Thing Knowledge: A Philosophy of Scientific Instruments*, University of California Press, California.

Barnes, Barry, 1974, *Scientific Knowledge and Sociology Theory*, Routledge and Kegan Paul, Londres.

Barsalou, Lawrence, 2003, "Abstraction in Perceptual Symbol Systems", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Sciences,* vol. 358, no. 1435, 1177-1187.

——, 2005, "Continuity of the Conceptual System across Species", *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 9, no. 7, 309-311.

——, 2009, "Simulation, Situated Conceptualization, and Prediction", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Sciences*, vol. 364, no. 1521, 1281-1289.

Bensaude-Vincent, B., 2009, "The Chemists' Style of Thinking", *Berichte zur. Wissenshaftsgeschichte,* vol. 32, no. 4, 365-378.

Berlin, Brent y Paul Kay, 1969, *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution*, University of California Press, Berkeley.

Bernal, John D., 1939, *The Social Function of Science*, George Routledge and Son, Londres.

Berry, Dianne C. y Dienes Zoltan, 1993, *Implicit Learning: Theoretical and Empirical Issues*, Lawrence Erlbaum, Hove.

Biagioli, Mario, 1993, *Galileo, Courtier: The Practice of Science in the Culture of Absolutism,* University of Chicago Press, Chicago.

Bickle, John, 2003, *Philosophy and Neuroscience: A Ruthlessly Reductive Account*, Kluwer, Dordrecht.

Bloor, David, [1976] 1991, *Knowledge and Social Imagery*, 2a. ed., University of Chicago Press, Chicago.

Boland, Jr. Richard J.; Ramkrishnan V. Tenkasi y Dov Te'eni, 1994, "Designing Information Technology to Support Distributed Cognition", *Organization Science,* vol. 5, no. 3, 456-475.

Borghi, Anna M., 2002, "Object Concepts and Action", en Diane Pecher y Rolf A. Zwaan (comps.), *Grounding Cognition. The Role of Perception and Action in Memory, Language, and Thinking,* Cambridge University Press, Cambridge.

Boroditsky, Lera, 2000, "Metaphoric Structuring: Understanding Time through Spatial Metaphor", *Cognition*, vol. 75, no. 1, 1-28.

Bourdieu, Pierre, 1997, *Razones prácticas: sobre la teoría de la acción,* trad. Thomas Kauf, Anagrama, Barcelona.

Bray, Francesca, 1995, "An Appreciation of Joseph Needham", *Chinese Science*, vol. 12, 154-165.

Brown, John Seely; Allan Collins y Paul Duguid, 1989, "Situated Cognition and the Culture of Learning", *Educational Researcher*, vol. 18, no. 1, 32-42.

Burtt, Edwin A., 1964, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science,* Routledge and Kegan Paul, Londres.

Callon, Michel y Bruno Latour, 1992, "Don't Throw the Baby out with the Bath School! A Reply to Collins and Yearley", en Andrew Pickering (comp.), *Science as Practice and Culture,* The University of Chicago Press, Chicago, 343-368.

Callon, Michel; John Law y Arie Rips (comps.), 1986, *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, Macmillan, Basingstoke.

Carnap, Rudolph, 1932, "Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft", *Erkenntnis, vol.* 2, 432-465, [Versión en inglés: *The Unity of Science*, trad. M. Black, Kegan Paul, Trench Teubner, Londres, 1934.]

Carson, Stephen J.; Anoop Madhok; Rohit Varman y George John, 2003, "Effectiveness of Trust-Based Governance in Interfirm R&D Collaboration", *Organization Science*, vol. 14, no. 1, 45-56.

Cartwright, Nancy, 1983, *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon Press, Oxford/Nueva York.

——, 1989, *Nature's Capacities and Their Measurement*, Oxford University Press, Oxford.

——, 1995, "Reply to Eells, Humphreys and Morrison", *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 55, no. 1, 177-187.

——, 2006, *Hunting Causes and Using Them: Approaches in Philosophy and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Cartwright, Nancy; Jordi Cat; Lola Fleck y Thomas E. Uebel, 1996, *Otto Neurath: Philosophy between Science and Politics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Castellani, Elena (comp.), 1998, *Interpreting Bodies, Classical and Quantum Objects in Modern Physics,* Princeton University Press, Princeton.

Castro Moreno, Julio Alejandro, 2012, "Las relaciones entre estilos de razonamiento y prácticas científicas como eje central de un proyecto de epistemología histórica", tesis de doctorado, unam, México.

Cherniak, Christopher, 1986, *Minimal Rationality,* MIT Press, Cambridge.

Coleman, S.R. y Rebecca Salamon, 1988, "Kuhn's Structure of Scientific Revolutions in the Psychological Journal Literature, 1969-1983: a Descriptive Study", *Journal of Mind and Behavior*, vol. 9, no. 4, 415-446.

Collin, Finn, 2011, *Science Studies as Naturalized Philosophy*, Springer, Dordrecht.

Collins, Harry M., 1981, "Stages in the Empirical Programme of Relativism", *Social Studies of Science*, vol. 11, no. 1, 3-10.

——, 2010, *Tacit and Explicit Knowledge*, Chicago University Press, Chicago.

Collins, Harry M. y Steven Yearley, 1992a, "Epistemological Chikken", en Andrew Pickering (comp.), *Science and Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1992, 301-326.

——, 1992b, "Journey into Space", en Andrew Pickering (comp.), *Science and Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago, 1992, 369-389.

Colunga, Eliana y Linda Smith, 2003, "The Emergence of Abstract Ideas: Evidence from Networks and Babies", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,vol. 358, no.1435, 1205-1214.

Coniglione, Francesco, 2004, "Between Abstraction and Idealization: Scientific Practice and Philosophical Awareness", *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and Humanities*, vol. 82, 59-110.

Conner, Clifford D., 2005, *A People's History of Science: Miner, Midwives, and "Low Mechanicks",* Nation Books, Nueva York.

Craver, Carl, 2007, *Explaining the Brain: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*, Clarendon Press, Oxford.

Crombie, Alistair C., 1994, *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, Duckworth, Londres, 3 vols.

Cyert, Richard M. y James G. March, 1963, *A Behavioral Theory of the Firm,* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva York.

D'Arden, Lindlay, 1991, *Theory Change in Science: Strategies from Mendelian Genetics,* Oxford University Press, Nueva York.

Darwin, C., 1859, *The Origin of Species*, John Murray, Londres.

Dean, John, 1979, "Controversy over Classification", en Barry Barnes y Steven Shapin (comps.), *Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture*, Sage, Beverly Hills/Londres, 211-230.

Dear, Peter, 1995, *Discipline and Experience. The Mathematical Way in the Scientific Revolution (Science and Its Conceptual Foundations),* Chicago University Press, Chicago.

DiMaggio, Paul, 1997, "Culture and Cognition", *Annual Review of Sociology*, vol. 23, 263-287.

Duhem, Pierre, 1913-1959, *Le Système du monde*, Hermann, París, 10 vols.

Echeverría, Javier, 1999*, Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo xx*, Cátedra, Madrid.

Echeverría, Javier y Francisco Álvarez, 2011, "Hacia una filosofía de las prácticas científicas: de las teorías a las agendas científicas", en Sergio F. Martínez, Xiang Huang y Godfrey Guillaumin (comps.), *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: hacia una epistemología plural,* Universidad Autónoma Metropolitana, México, 233-256.

Elsbach, Kimberly; Pamela S. Barr y Andrew B. Hargadon, 2005, "Identifying Situated Cognition in Organizations", *Organization Science*, vol. 16, no. 4, 422-433.

Elwick, James, 2012, "Layered History: Styles of Reasoning as Stratified Conditions of Possibility", *Studies in History and Philosophy of Science,* vol. 43, no. 4, 619-627.

Ferguson, Scott y Mark Burgman (comps.), 2000, *Quantitative Methods for Conservation Biology*, Springer, Nueva York.

Feyerabend, Paul, 1970, "Consolations for the Specialist", en Imre Lakatos y Alan Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge,* Cambridge University Press, Cambridge, 197-230.

Fleck, Ludwik, [1927] 1986, "Some Specific Features of the Medical Way of Thinking", en Robert S. Cohen y Thomas Schnelle (comps.), *Cognition and Fact. Materials on Ludwik Fleck*, D. Reidel, Dordrecht, 39-46.

——, [1935] 1986, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, edición de Lothar Shäfer y Thomas Schnell, Suhrkamp, Fráncfort del Meno, 1980. [Versión en castellano: *La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento, trad. Luis Meana,* Alianza, Madrid, 1986.]

Galison, Peter, 1987, *How Experiments End*, Oxford University Press, Oxford.

——, 1997, *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, The University of Chicago Press, Chicago/Londres.

Geroch, Robert y James Hartle, 1986, "Computability and Physical Theories", *Foundations of Physics*, vol. 16, no. 6, 533-550.

Gigerenzer, Gerd y Peter Todd, 2000, "Précis of Simple Heuristics that Make us Smart", *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 23, no. 5, 727-780.

Gigerenzer, Gerd; Peter Todd y The ABC Group, 1999, *Simple Heuristics that Make us Smart*, Oxford University Press, Oxford.

Gibson, James J., 1986, *The Ecological Approach to Visual Perception*, Taylor and Francis, Nueva York.

Godfrey, Smith, 2003, *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*, Chicago University Press, Chicago.

Goldenfeld, Nigel y Carl Woese, 2007, "Biology's Next Revolution", *Nature*, vol. 445, no. 7126, 369.

Goldstein, Herbert; Charles Poole y John Safko, 2014, *Classical Mechanics*, Pearson Educaction, San Francisco, California.

Gooding, David C., 1990, *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*, Kluwer Academic, Dordrecht.

Gooding, David C.; Trevor Pinch y Simon Schaffer (comps.), 1989, *The Use of Experiments*, Cambridge University Press, Cambridge.

Grünbaum, Adolf, 1961, "The Genesis of Special Theory of Relativity", en Herbert Feigl y Grover Maxwell (comps.), *Current Issues in the Philosophy of Science*, Holt, Rinehart and Winston of Canada, Nueva York.

Guillaumin, Godfrey, 2011, "Prácticas científicas y normatividad epistémica: un duo problemático en la filosofía de la ciencia historicista", en Sergio F. Martínez, Xiang Huang y Godfrey Guillaumin (comps.), *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: hacia una epistemología plural,* Universidad Autónoma Metropolitana, México, 119-142.

Haack, Susan, 1996, "Towards a Sober Sociology of Science", en Paul R. Gross, Norman Levitt y Martin W. Lewis (comps.), *The Flight from Science and Reason*, The New York Academy of Sciences, Nueva York, 259-265.

Hacking, Ian, 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, Cambridge. [Versión en castellano: *Representar e intervenir*, trad. Sergio F. Martínez, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM/Paidós, México, 1996.

——, 2002, "'style' for Historians and Philosophers", en Ian Hacking, *Historical Ontology*, Harvard University Press, Cambridge, 178-199.

Hall, Brian K.; Roy D. Pearson y Gerd B. Müller (comps.), 2004, *Environment, Development, and Evolution: Towards a Synthesis*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.

Hanson, Norwood R., [1958] 1977, *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science,* Cambridge University Press, Cambridge. [Versión en castellano: *Patrones de descubrimiento*: *investigación de las bases conceptuales de la ciencia*, trad. Enrique García Camarero y Antonio Montesinos, Alianza, Madrid, 1977.]

Hartmann, Stephen; Carl Hoefer y Luc Bovens (comps.), 2008, *Nancy Cartwright's Philosophy of Science,* Routledge, Londres.

Harvey, Bill, 1980, "The Effects of Social Context on the Process of Scientific Investigation", en Karin Knorr, Roger Krohn y Richard Whitley (comps.), *The Social Process of Scientific Investigation*, Reidel, Dordrecht/Boston, 139-163.

Helmert, Matte, 2008, *Understanding Planning Tasles: Domain Complexity and Heuristic Decomposition*, Apringen, Berlín/Nueva York.

Hempel, Carl y Paul Oppenheim, 1948, "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science,* vol. 15, no. 2, 135-175.

Hessen, Boris, 1931, "The Social and Economic Roots of Newton's *Principia*", en Nicolai I. Bukharin (comp.), *Science at Crossroads,* Frank Case, Londres, 151-212.

Hitchcock, Christopher R., 1995, "Salmon on Explanatory Relevance", *Philosophy of Science*, vol. 62 304-320.

Humphreys, Paul, 1995, "Nature's Capacities and Their Measurement", *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. 55, no. 1.

_____, 2004, *Extending Ourselves: Computational Science, Empiricism, and Scientific Method*, Oxford University Press, Oxford.

HUTTO, Daniel D. y Erik Myin, 2013, *Radicalizing Enactivism: Basic Minds without Content*, Massachusetts Institute of Technology Press, Massachusetts.

INGOLD, Tim, 2000, *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill,* Routledge, Londres/Nueva York.

JACKSON, Susan E. y Jane E. Dutton, 1988, "Discerning Threats and Opportunities", *Administrative Science Quarterly,* vol. 33, no. 3, 370-383.

JONES, Martin R., 2005, "Idealization and Abstraction: A Framework", en Martin R. Jones y Nancy Cartwright (comps.), *Idealization XII: Correcting the Model. Idealization and Abstraction in the Sciences, Rodopi (*Pozna Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, 86), Ámsterdam/ Nueva York, 172-217.

KAHNEMAN, Daniel; Paul Slovic y Amos Tversky (comps.), 1982, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, Cambridge.

KIM, Jaegwon, 2005, *Physicalism, or Something Near Enough,* Princeton University Press, Princeton.

KITCHER, Philip, 1989, "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World", en Philip Kitcher y Wesley Salmon (comps.), *Scientific Explanation*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 410-505.

KITCHER Philip y Wesley Salmon (comps.), 1989, *Scientific Explanation*, University of Minnesota Press Minneapolis.

KNUUTTILA, Tarja, 2005, *Models as Epistemic Artefacts*, University of Helsinki, (Philosophical Studies of the University of Helsinki, 8), Helsinki.

KOYRÉ, Alexandre, 1968, *From the Closed World to the Infinite Universe,* Johns Hopkins University Press, Baltimore.

KRAGH, Helge, 1987, *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge University Press, Cambridge.

KUHN, Thomas S., [1962] 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago. [Versión en español: *La estructura de las revoluciones científicas*, trad. Carlos Solís Santos, FCE, México.]

——, [1992] 2000, *The Trouble with the Historical Philosophy of Science*, Harvard University Press (Rothschild Lecture in 1992, Cambridge, reimpreso en James Conant y John Haugeland (comps.), *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970–1993*, The University of Chicago Press, Chicago, 105-120.

Kush, Martin, 2010, "Hacking Historical Epistemology: A Critique of Styles of Reasoning", *Studies in History and Philosophy of Science,* vol. 41, no. 2, 158-173.

Lakatos, Imre, 1970, "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", en Imre Lakatos y Alan Musgrave (comps.), *Criticism and Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Londres, 92-197.

Lakoff, George y Mark Johnson, 1999, *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, Basic, Nueva York.

Laland, Kevin N. y Neeltje J. Boogert, 2010, "Niche Construction, Co-evolution and Biodiversity", *Ecological Economics*, vo. 69, no. 4, 731-736.

Latour, Bruno, 1987, *Science in Action*, Harvard University Press, Cambridge.

——, 1993, *We Have Never Been Modern*, Harvester Wheatsheaf, Nueva York.

——, 1996, *Pandora's Hope*, Harvard University Press, Cambridge.

——, 2004*, Politics of Nature*, Harvard University Press, Cambridge.

——, 2005, *Reassembling the Social,* Oxford University Press, Oxford.

——, 2013, *An Inquiry into Modes of Existence: An Anthropology of the Moderns*, Harvard University Press, Cambridge.

Laudan, Larry, 1977a, *Progress and Its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth,* University of California Press, California.

____, 1977b, "From Theories to Research Traditions", en Larry Laudan, 1977a, *Progress and Its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth,* University of California Press, California, 70-120.

——, 1987, "Progress or Rationality? The Prospects for Normative Naturalism", *American Philosophical Quarterly,* vol. 24, no. 1, 19-33.

——,1990, "The History of Science and the Philosophy of Science", en Robert C. Olby, Geoffrey N. Cantor, John R.R. Christie y M. Jonathan S. Hodge" (comps.), *Companion to the History of Modern Science,* Routledge, Londres/Nueva York, 47-59.

Lave, Jean y Etienne Wenger, 1991, *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, Cambridge.

Levinson, Stephen, 2000, "Yélî Dnye and the Theory of Basic Color Terms", *Journal of Linguistic Anthropology*, vol. 10, no. 1, 10-55.

Lewis, David, 1986, "Counterfactuals and Comparative Possibility", en David Lewis, *Philosophical Papers*, Oxford University Press, Nueva York, vol. 2, 3-31.

Lloyd, Geoffrey, 2007, *Cognitive Variations: Reflections on the Unity and Variation of the Human Mind*, Oxford University Press, Oxford.

Lloyd, Geoffrey y Nathan Sivin, 2002, *The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece*, Yale University Press, New Haven.

Locke, John, 1706, *The Posthumous Works of Mr. John Locke*, A. and J. Churchill, Londres.

Low, Morris F., 1998, "Beyond Joseph Needham: Science, Technology and Medicine in East and Southest Asia", *Osiris*, vol. 13, 1-8.

Lu, Gwei-Djen, 1982, "The First Half-Life of Joseph Needham", en Guohao, Li , Zhang Mengwen y Cab Tianqin (comps.), *Explorations in the History of Science and Technology in China,* Shanghai Chinese Classics Publishing House, Shangai, 1-38.

Machamer, Peter y Michael Silberstein (comps.), 2002, *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*, Blackwell, Oxford.

MacKenzie, Donald y Barry Barnes, 1979, "Scientific Judgment: The Biometry-Mendelism Controversy", en Barry Barnes y Steven Shapin (comps.), *Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture*, Sage, Beverly Hills/Londres, 191-210.

Margolis, Howard, 1993, *Paradigms and Barriers: How Habits of Mind Govern Scientific Beliefs,* University of Chicago Press, Chicago.

Martínez, Sergio F., 1997, *De los efectos a las causas*, Paidós/ Instituto de Investigaciones Filosóficas-unam, México.

——, 2003, *Geografía de las prácticas científicas: racionalidad, heurística y normatividad*, Instituto de Investigaciones Filosóficas-unam, México.

_____, 2011, "Reduccionismo em biologia: uma tomografia da relação biologia-sociedade, en Paulo C. Abrantes (comp.), *Filosofia da biologia*, Artmed, Porto Alegre.

_____, 2013, "Estilos, prácticas y paradigmas en la ciencia", *Cuadernos Hispanoamericanos* , nos. 757-758, Madrid.

_____, inédito, "Philosophy of Science as Comparative Science".

Martínez, Sergio F. y Xiang Huang, 2011, "Epistemic Grounding of Abstraction and Their Cognitive Dimension", *Philosophy of Science*, vol. 78, no. 3, 490-511.

Martínez, Sergio F. y Edna Suárez, 2008, *Ciencia y tecnología en sociedad*, Limusa/unam, México.

Martínez, Sergio F.; Xiang Huang y Godfrey Guillaumin (comps.), 2011, *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: hacia una epistemología plural*, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Maynard-Smith, John y Eörs Szathmáry, 1995, *The Major Transitions in Evolution*, Oxford University Press, Oxford.

Merton, Robert, 1957, "The Rol-Set. Problems and Sociological Theory", *The British Journal of Sociology*, vol. 8, no. 2, 106-120.

Mill, John Stuart, 1831, "The Spirit of the Age", en J.S. Mill, *Newspaper Writings*, ed. J.M. Robson, *et al.* , Toronto University Press, *Collected Works of John Stuart Mill, 22,* Toronto, 1986, pp. 227-234.

——, 1959, *A System of Logic*, Longmans, Green, Londres.

——, 1974, *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*, ed. J.M. Robson, *et.al.*, Routledge and Kegan Paul/University of Toronto Press, (Collected Works of John Stuart Mill, 7-8), Toronto.

_____, [1873] 2012, *La lógica de las ciencias morales*, intr. y trad. de J. Fco. Álvarez, CSIC, Madrid.

Mulkay, Michael, 1979, *Science and the Sociology of Knowledge*, George Allen and Unwin, Londres.

Nagel, Ernest, 1979, *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Hackett, Indiana.

Needham, Joseph, 1954, *Science and Civilization in China,* vol. I, Cambridge University Press, Cambridge.

——, 1969, *The Grand Titration: Science and Society in East and West,* George Allen and Unwin, Londres. [Versión en castellano: *La gran titulación: ciencia y sociedad en Oriente y Occidente*, trad. Rosa Martínez Silvestre, María Teresa de la Torre Casas y Luis García Ballester, Alianza, Madrid, 1977.]

——, 1970, *Clerk and Craftsmen in China and the West*, Cambridge University Press, Cambridge. [Versión en castellano: *De la ciencia y la tecnología china*, trad. Juan Almera, Siglo XXI, México, 1978.]

Nersessian, Nancy, 2002, "Abstraction Via Generic Modeling in Concept Formation in Science", *Mind and Society*, vol.3, no. 1, 129-154.

——, 2008a, "Mental Modeling in Conceptual Change", en Stella Vosniadou, *International Handbook of Research on Conceptual Change,* Routledge, Nueva York, pp. 391-416.

——, 2008b, *Creating Scientific Concepts*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.

Neurath, Otto, 1913, "Die Verirrten des Cartesius und das Auxiliarmotiv. (Zur Psychologie des Entschlusses", *Jahrbuch der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien,* 45-59. [Versión al inglés, "The Lost Wanderer of Descartes and the Auxiliary Motive (On the Psychology of Decision)", en Otto Neurath, *Philosophical Writings 1913-1945*, 1983, 1-12.

——, 1934, "Radikaler Physikalismus und 'wirkliche Welt'", *Erkenntis,* vol. 4, no. 1, 346-362. [Versión al inglés: "Radical Physicalism and the 'Real World'", en Otto Neurath, *Philosophical Writings 1913-1945*, 1983, 100-114.]

——, 1936, "Einzelwissenschaften, Einheitswissenschaft, Pseudorationalismus", en *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique,* París, 1935, vol. 1, *Philosophie scientifique et empirisme logique*, 57-64. [Versión al inglés: "Individual Sci-

ences, Unified Science, Pseudorationalism", en Otto Neurath, *Philosophical Writings 1913-1945*,1983, 132-138.]

——, 1983, *Philosophical Writings 1913–1946,* ed. y trad. R.S. Cohen y M. Neurath, D. Reidel (Vienna Circle Collection, 16), Reidel, Dordrecht.

Nickles, Thomas, 1985, "Beyond Divorce: Current Status of the Discovery Debate", *Philosophy of Science*, vol. 52, no. 2, 177-206.

Nowak, Leszek, 1980, *The Structure of Idealization: Towards a Systematic Interpretation of the Marxian Idea of Science*, Reidel, Dordrecht.

O'Donohue, W., 1993, "The Spell of Kuhn on Psychology: An Exegetical Elixir", *Philosophical Psychology,* vol. 6, no. 3, 267-288.

Oyama, Susan; Paul E. Griffiths y Russell D. Gray, 2001, *Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution,* Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.

Pace, Norman; Jan Sapp y Nigel Goldenfeld, 2012, "Phylogeny and Beyond: Scientific, Historical, and Conceptual Significance of the First Tree of Life", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* vol. 109, no. 4, 1011-1018.

Piaget, Jean, 1968, *Mémoire et intelligence,* Presses Universitaires de France, París.

Pickering, Andrew, 1984, *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*, Edinburgh University Press, Edimburgo.

—— (comp.), 1992, *Science as Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago, 30-39.

——, 1995, *The Mangle of Practice. Time, Agency and Science*, University of Chicago Press, Chicago.

Pingree, David, 2000, "Hellenophilia versus the History of Science", en Michael H. Shank (comp.), *The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages,* University of Chicago Press, Chicago.

Playfair, Lyon, 1855, "Science and Technology as Sources of Natural Power", en George Basalla, W. Coleman y R. Kargon

(comps.), Garden City, Nueva York, *Victorian Science*, Doubleday/Anchor, 1970, 60-83.

Polanyi, Michael, [1958] 1962, *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, University of Chicago Press, Chicago.

——, 1964, *Science Faith and Society: A Searching Examination of the Meaning and Nature of Scientific Inquiry*, University of Chicago, Chicago/Londres.

——, 1966, *The Tacit Dimension*, Doubleday, Garden City, Nueva York.

Polanyi, Michael y Marjorie Grene (comps.), 1969*, Knowing and Being*, University of Chicago Press, Chicago.

Popper, Karl, 1972*, Objective Knowledge: An Evolutionary Approach,* Oxford University Press, Nueva York.

Quine, Willard V.O., [1951] 1953, "Two Dogmas of Empiricism", *Philosophical Review*, 1951, vol. 60, 20-43. [Reimpreso en: *From a Logical Point of View*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1953, 20-46.]

Radder, Hans (comp.), 2003, *The Philosophy of Scientific Experimentation*, The University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.

——, [2006] 2011*, The World Observed/The World Conceived*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh. [Versión en castellano: *El mundo observado/El mundo concebido*, trad. Laura E. Manríquez, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2011.]

Reber, Arthur S., 1993, *Implicit Learning and Tacit Knowledge. An Essay on the Cognitive Unconscious*, Oxford University Press/Clarendon Press, Nueva York/Oxford.

Rouse, Joseph, 2003, "Kuhn's Philosophy of Scientific Practice", en Thomas Nickles (comp.), *Thomas Kuhn*, Cambridge University Press, Cambridge, 101-121.

——, 2002, *How Scientific Practices Matter: Reclaiming Philosophical Naturalism*, The University of Chicago, Chicago.

Rowlands, Mark, 2006, *Body Language: Representation in Action*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.

Salmon, W., 1970, *Statistical Explanation and Statistical Relevance,* University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.

——, 1984, *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World,* Princeton University Press, Princeton.

——, 1989, "Four Decades of Scientific Explanation", en Philip Kitcher y Wesley Salmon (comps.), *Scientific Explanation*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 3-219.

Sarton, George, 1927-1948*, Introduction to the History of Science* (3 vols. en 5 ts.), Williams and Wilkins (Carnegie Institution of Washington Publication, 376), Baltimore.

——, 1952, *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece*, Harvard University Press, Cambridge.

Shapin, Steven, 1975, "Phrenological Knowledge and the Social Structure of Early 19th Century Edinburgh", *Annals of Science*, vol. 32, no. 3, 219-243.

——, 1992, "Discipline and Bounding: The History and Sociology of Science as Seen through the Externalism-Internalism Debate", *History of Science*, vol. 30, 333-369.

——, 1994, *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England,* Chicago University Press, Chicago.

——, 1996, *The Scientific Revolution*, University of Chicago Press, Chicago.

Shapin, Steven y S. Schaffer, 1985, *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, Princeton University Press, Princeton.

Simon, Herbert A., 1955, "A Behavioral Model of Rational Choice", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 69, no. 1, 99-118.

Sismondo, Sergio, 2010, *An Introduction to Science and Technology Studies*, 2a. ed., Wiley-Blackwell, Chichester.

Sivin, Nathan, 1984, "Why the Scientific Revolution Did Not Take Place in China-Or Didn't It?", en Everett Mendelson (comp.), *Transformation and Tradition in the Sciences–Essays in Honor of I. Bernard Cohen*, Cambridge University Press, Cambridge, PP. 531-554.

Smith, Godfrey, 2003, *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*, Chicago University Press, Chicago.

Smith, Leslie; Julie Dockrell y Peter Tomlinson, 1997*, Piaget, Vygotsky and Beyond: Central Issues in Developmental Psychology and Education*, Routledge, Londres.

SPENCER, Herbert, 1857, "Progress, Its Law and Cause", *Westminster Review*, vol. 67, 445-485.

STRIKE, Kenneth y George Posner, 1992, "A Revisionist Theory of Conceptual Change", en Richard A. Duschl y Richard J. Hamilton, (comps.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*, State University of New York Press, Albany, 147-176.

TOULMIN, Stephen, 1961, *Foresight and Understanding: An Inquiry into the Aims of Science*, Indiana University Press, Bloomington.

——, 1972, *Human Understanding: The Collective Use and Evolution of Concepts*, Princeton University Press, Princeton.

UEBEL, Thomas, 1991, "Neurath's Programme for Naturalistic Epistemology", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 22, no. 4, 623-646.

——, 2007, *Empiricism at the Crossroads*. *The Vienna Circle's Protocol-Sentence Debate*, Open Court, Chicago.

TURNER, R., *Programming Languages as Technical Artifacts*, Philos. Technol, (2014) 27, 377-397.

VAN REGENMORTEL, Marc H.V., 2002, "Pitfalls of Reductionism in Immunology", en Marc H.V. van Regenmortel y David L. Hull (comps.), *Promises and Limits of Reductionism in the Biomedical Sciences*, John Wiley and Sons, Chichester.

WALSH, James, 1995, "Managerial and Organizational Cognition: Notes from a Trip Down Memory Lane", *Organizational Science*, vol. 6, no. 3, 280-321.

WERSKEY, Gary, 1976, "Introduction: Understanding Needham", en Joseph Needham, *Moulds of Undestanding: A Pattern of Natural Philosophy,* ed. Gary Werskey, George Allen and Unwin, Londres, 13-28.

WHEWELL, William, [1840] 1996, *The Philosophy of the Inductive Sciences, Founded upon Their History,* Parker, Londres. [Reimpresión: Routledge/Thoemmes Press, Londres, 1996.]

——, [1849] 1968, "Mr. Mill's Logic", *Of Induction, with Especial Reference to Mr. J. Stuart Mill's System of Logic,* Parker, Londres. [Reimpresión: Robert E. Butts (ed.), *William Whewell's Theory of Scientific Method*, University of Pittsburgh, Pittsburgh, 1968, 265-308.

——, 1967, *History of the Inductive Sciences: Part 2*, ed. Gerd. Buchdahl, Londres, Cass.

Wimsatt, William, 1976, "Reductive Explanation: A Functional Account", en Robert S. Cohen (comp.), *PSA 1974: Proceedings of the 1974 Biennial Meeting,* , D. Reidel, Dordrecht, 671-710.

——, 1992, "Golden Generalities and Co-opted Anomalies: Haldane vs. Muller and the Drosophila Group on the Theory and Practice of Linkage Mapping", en Sahotra Sarkar (comps.), *The Founders of Evolutionary Genetics*, Martinus-Nijhoff, Dordrecht, 107-166.

——, 2002, "Using False Models to Elaborate Constraints on Processes: Blending Inheritance in Organic and Cultural Evolution", *J. Philosophy of Science*, vol. 69, no. 3, s12-s24.

——, 2006, "Reductionism and Its Heuristics: Making Methodological Reductionism Honest", *Synthese*, vol. 151, no. 3, 445-475.

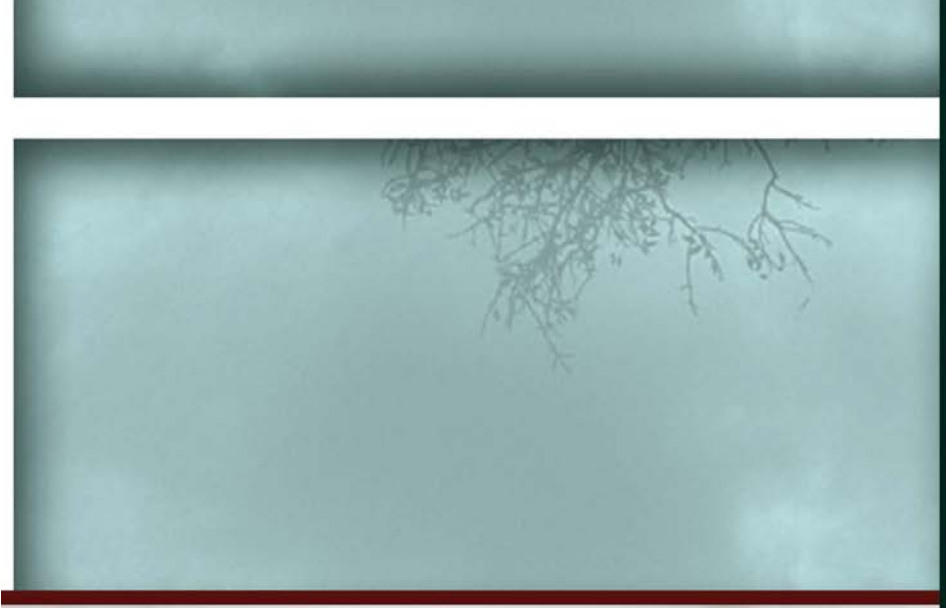
Winter, Rasmus, 2011, "Una revisión crítica de los estilos de investigación científica: teoría, práctica y estilos", en Sergio F. Martínez, Xiang Huang y Godrey Gillaumin (comps.), 2011, *Historias, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia: hacia una epistemología plural*, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 257-288.

——, 2012, "Interweaving Categories: Styles, Paradigms and Models", *Studies in History and Philosophy of Science,* vol. 43, no. 4, 628-639.

Woodward, James, 1989, "The Causal Mechanical Model of Explanation", en Philip Kitcher y Wesley Salmon (comps.), *Scientific Explanation*, University of Minnesota Press, Minneapolis, 357-383.

Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas
editado por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM
y Bonilla Artigas Editores,
se terminó de imprimir en diciembre de 2015
en los talleres de Fuentes impresores S. A.
Centeno 109, Col. Granjas Esmeralda,
C. P. 09810, México, D. F.

En su composición se utilizó la Optima y Franklin Gothic.
Para los interiores se utilizó papel bond ahuesado de 90 gramos
y para la portada papel couché de 300 gramos.
La edición consta de 1000 ejemplares.



La filosofía de la ciencia se desarrolló durante la primera mitad del siglo xx bajo el supuesto de que la ciencia podía caracterizarse por la estructura lógica tanto del conocimiento articulado en las teorías más exitosas como de sus explicaciones. En la segunda mitad del siglo xx se cuestiona fuertemente esa idea, pero se sigue asumiendo que la filosofía de la ciencia debe hacerse siguiendo los cánones de una epistemología fundamentalista que considera que el avance de la ciencia pasa por una ontología cada vez mas austera guiada por la idea de "mientras menos mejor". Desde esta perspectiva fundamentalista, el que las diferentes ciencias hablen de diferentes tipos de cosas es un obstáculo al entendimiento, producto de la imperfección del conocimiento actual. Este ideal nos invita a pensar que la epistemología debe hacerse reflexionando sobre el conocimiento articulado en nuestras teorías más austeras y nos compromete con propuestas reduccionistas problemáticas que no permiten explicar la diversidad de recursos epistémicos que de hecho utilizan los científicos. En este libro promovemos una epistemología que no sigue el lema de "mientras menos mejor", sino el de "organizar nuestros recursos epistémicos de manera que se genere entendimiento". Así, la misma estructura de las explicaciones y las prácticas (que incluye métodos y normas respecto de lo que se considera plausible y valioso) es lo que nos da la pauta para responder a la pregunta de qué es lo que hay. Esta estrategia epistémica nos obliga a hacer una filosofía de la ciencia muy cercana a la ciencia, reconociendo la pluralidad de sus métodos, objetivos y prácticas, sin reducir la filosofía de la ciencia a la sociología o a cualquier otra ciencia en particular.

Filosofía / Ciencia / Historia / Teoría del conocimiento

9 786078 450060